001_007_QAC_VU_PNELEM.indd

Francisco miragaia Peruzzo

Licenciado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara.

Professor de Química em escolas de ensino médio.

Eduardo Leite do Canto

Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade

Estadual de Campinas.

Professor de Química em escolas de ensino médio.

Química

na abordagem do cotidiano

1Volume

Química Geral e Inorgânica

Componente curricular: QuímiCa

4a edição

São Paulo, 2006

Frontis PNLEM_Quimica Canto 1 LA.indd 1

22/03/2010 10:43:45

Título original: *Química na abordagem do cotidiano*

© Francisco Miragaia Peruzzo, Eduardo Leite do Canto 2006

Coordenação editorial: Rita Helena Bröckelmann

Edição de texto: Luis Fernando Furtado (coordenação), Renata Rosenthal e Rebeca Yatsuzuka

Assistência editorial: Josy Malone Simões Gomes, Maria Angélica Moreira Fernandes, Fabiana Asano

Consultoria didático-pedagógica: Anna Canavarro Benite
Coordenação de *design* e projetos visuais: Sandra Botelho de Carvalho Homma **Projeto gráfico:** Marta Cerqueira Leite, Ulhôa Cintra Comunicação Visual e Arquitetura Ltda.

Capa: Everson de Paula

Fotos: Rolo de arame de cobre. © Ken Davies/Masterfile; Utensílios de cobre. © Photocuisine/Corbis-Latinstock

Coordenação de produção gráfica: André Monteiro, Maria de Lourdes Rodrigues **Coordenação de arte:** Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Editoração eletrônica: Setup Bureau Editoração Eletrônica
Coordenação de revisão: Elaine Cristina del Nero

Revisão: Afonso N. Lopes, Ana Maria C. Tavares, José Alessandre da

Silva Neto, Viviane T. Mendes

Coordenação de pesquisa iconográfica: Ana Lucia Soares **Pesquisa iconográfica:** Camila D'Angelo, Flávia Aline de Morais, Maria Magalhães **Coordenação de *bureau*:** Américo Jesus

Tratamento de imagens: Evaldo de Almeida, Fabio N. Precendo **Pré-impressão:** Helio P. de Souza Filho, Marcio Hideyuki Kamoto **Coordenação de produção industrial:** Wilson Aparecido Troque **Impressão e acabamento:**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Peruzzo, Francisco Miragaia

Química na abordagem do cotidiano / Francisco

Miragaia Peruzzo, Eduardo Leite do Canto. —

4. ed. — São Paulo : Moderna, 2006.

Obra em 3 v.

Conteúdo : V. 1 Química geral e inorgânica —

V. 2. Físico-química — V. 3 Química orgânica

Bibliografia.

1. Química (Ensino médio) I. Canto, Eduardo

Leite do. II. Título.

06-5801

CDD-540-7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Ensino médio 540-7

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.

Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho

São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904

Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510

Fax (0_ _11) 2790-1501

www.moderna.com.br

2010

Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Apresentação

Este livro, fruto de vários anos de trabalho e de pesquisa, integra uma coleção em três volumes destinada ao ensino de Química no Ensino Médio. A obra pretende auxiliar o aluno a compreender conceitos, aprimorar o letramento científico e desenvolver competências científicas desejáveis a qualquer cidadão.

Cada capítulo se inicia com uma foto relacionada ao tema, seguida de uma lista dos principais conteúdos conceituais nele abordados. A imagem de abertura muitas vezes tem relação com o dia a dia, de modo a propiciar um ponto de partida motivador e instigar o desejo de aprender uma ciência extremamente vinculada à realidade. Na segunda página do capítulo, a atividade em grupo denominada *O que você pensa a respeito?*

permite um debate acerca das concepções prévias dos estudantes sobre assuntos ligados ao capítulo. Também nessa segunda página encontra-se o texto organizador *Pare e situe-se!* , no qual se comenta a relação do capítulo com o que já foi estudado e/ou sua inserção na Química e sua importância.

No desenvolvimento dos conteúdos ao longo dos capítulos, nesta nova edição, modificações foram realizadas. A utilização de imagens (fotos, esquemas, diagramas etc.) o de 1998.eir

foi incrementada. Os exercícios foram atualizados, contemplando os vestibulares das diversas regiões brasileiras. Eles aparecem agora em duas seções: *Exercícios essenciais* e *Exercícios adicionais*. Os essenciais são inseridos logo após um bloco de teoria e podem ser utilizados em classe e/ou como tarefa, a critério do(a) professor(a). Os adicionais vêm logo em seguida e têm por meta revisar o tema, estabelecer inter-relações e aplicar conceitos a novas situações, mais elaboradas.

Aspectos relacionados às descobertas científicas, às modernas linhas de pesquisa e suas aplicações tecnológicas ou sua presença no cotidiano são apresentados na nova seção *Informe-se sobre a Química*, ao final dos capítulos. As atividades da seção *Você entendeu a leitura?* propiciam o trabalho em grupo na interpretação das informações apresentadas, oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

na aplicação de suas informações a outras situações, na percepção de relações interdisciplinares e no estabelecimento de ligações com a vida cotidiana. A seção *Reavalie o que* odução pr

você pensa a respeito, que fecha cada capítulo, proporciona a retomada das concepções Repr

prévias, sua reformulação e a percepção do aprendizado realizado.

Novos mapas conceituais foram acrescentados para encadear conceitos relevantes.

Entre eles, mapas de página inteira constituem a nova seção *Estabeleça conexões*, inserida ao final de diversos capítulos e que trata das relações entre conceitos fundamentais da Química. Ao final do livro, outro mapa conceitual de página inteira oferece uma possível visão geral dos principais temas do volume.

Como nas edições anteriores, procuramos primar pela linguagem correta e acessível, mantendo sempre o necessário rigor na exposição

de fatos, conceitos, definições, princípios, leis e teorias. Grande esforço foi realizado na busca de dados corretos e para que as convenções científicas em vigor sejam sempre seguidas na obra.

Agradecemos aos professores que nos têm honrado com o uso desta obra em suas edições anteriores e, com muita satisfação, apresentamos esta nova edição, cujo objetivo continua sendo o de tornar eficiente e prazeroso o ensino e o aprendizado da fantástica ciência que é a Química.

Os autores

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios poderá ser realizada em classe ou em casa.

Exercício Resolvido

28. Escreva a configuração eletrônica do cátion bivalente obtido a partir do $_{26}Fe$.

Resolução

Inicialmente, devemos distribuir 26 elétrons de acordo com o diagrama das diagonais. A seguir, retiramos 2 elétrons da camada de valência (mais externa).

Camada de valência

$_{26}Fe$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

Retirando 2 elétrons

$_{26}Fe^{2+}$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$

Exercício Resolvido

29. Escreva a distribuição eletrônica em camadas para $_{15}P^{3-}$.

Resolução

$_{15}P$ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

Acrescentando 3 elétrons

$_{15}P^{3-}$ $\underline{1s^2}$ $\underline{2s^2\ 2p^6}$ $\underline{3s^2\ 3p^6}$

K = 2 | L = 8 | M = 8

30. (UNI-BH-MG) Sabendo-se que o magnésio (Mg) tem número atômico 12, a estrutura eletrônica do cátion Mg^{2+}, no estado fundamental, é representada por:

a) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^2$, $3p^2$
b) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$
c) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^2$, $3p^2$
d) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^2$
e) $1s^2$, $2s^2$, $2p^6$, $3s^1$

31. (Unifor-CE) O íon Rb^+ tem configuração eletrônica idêntica à do átomo (Dados: números atômicos K = 19, Rb = 37, Br = 35, Sr = 38, Kr = 36, Xe = 54.):

a) Sr b) Xe c) K d) Kr e) Br

32. (Unirio-RJ) O átomo de magnésio tem número atômico 12 e número de massa 24. Escolha a alternativa correta relativa ao Mg que perdeu 2 elétrons.

a) Tem 12 elétrons.
b) Tem 10 nêutrons.
c) Tem 10 prótons.
d) Tem configuração eletrônica $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
e) Tem configuração idêntica à do Na (Z = 11) que perdeu 1 elétron.

33. (Fuvest-SP) A seguir, são mostradas quatro configurações eletrônicas.

I. $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
II. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
III. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
IV. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

Qual das configurações corresponde:

a) a cada um dos átomos Cℓ, Mg, Ne?
b) a cada um dos íons $Cℓ^-$, K^+, At^{-}?

(Números atômicos: Cℓ = 17; K = 19; At = 18; Ne = 10; Mg = 12.)

34. (PUC-RJ) As respectivas distribuições eletrônicas do último nível das espécies químicas K, K^+, K^{2+} só podem ser:

(O potássio tem Z = 19.)

a) $4s^0 — 4s^1 — 4s^2$
b) $4s^2 — 3s^1\ 3p^6 — 3s^2\ 3p^6$
c) $4s^1 — 4s^2 — 4s^2\ 4p^1$
d) $4s^1 — 4s^2 — 4s^2\ 4p^6$
e) $4s^1 — 4s^2 — 4s^2$

35. (Ufes) A configuração eletrônica do átomo de ferro em ordem crescente de energia é $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$. Na formação do íon Fe^{2+}, o átomo neutro perde 2 elétrons. A configuração eletrônica do íon formado é:

a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$
b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^6 4s^1 3d^6$
c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^6$
e) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$

36. (Enem-RJ) O cátion trivalente do cobalto (Z = 27) apresenta, nos níveis, a seguinte distribuição eletrônica:

a) 2, 8, 15, 2
b) 2, 8, 8, 8, 1
c) 2, 8, 12, 2
d) 2, 8, 17
e) 2, 8, 14

Exercícios adicionais

Seu(sua) professor(a) pode(rá) escolher exercícios para realizar no exercício deste livro.

37. (UFRRJ) Íons são estruturas eletricamente carregadas, podendo ser positivas, quando perdem elétrons, e negativas, quando ganham. Considerando um certo íon de carga +2, cujo número de prótons é a metade do seu número de massa, que é 40, podemos afirmar que a distribuição eletrônica para esse íon será:

a) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2$
b) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$
c) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
d) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4\ 4s^2$
e) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4\ 4s^2\ 3d^4$

38. (Udesc) Represente, utilizando-se do símbolo do gás nobre do período anterior, a distribuição eletrônica, em níveis e subníveis energéticos, no estado fundamental, das espécies:

a) $_{32}Ge$ b) $_{25}Mn^{2+}$

CAPÍTULO 2

Substâncias químicas

Alguns conteúdos importantes:

- Mudança de estado físico
- Ponto de fusão (PF)
- Ponto de ebulição (PE)
- Matéria
- Massa e unidades de massa
- Volume e unidades de volume
- Densidade (d)
- Substância pura
- Mistura (heterogênea × homogênea)
- Solução
- Sistema
- Exemplos de técnicas de separação de misturas
- Exemplos de materiais de laboratório
- Segurança em laboratório

Tudo o que conhecemos é formado por uma ou mais substâncias químicas. E cada substância química apresenta propriedades que lhe são características. Na história da Química, o estabelecimento de alguns conceitos foi decisivo para os progressos feitos nessa área do conhecimento humano. Entre tais conceitos estão o de **substância química** e o de **mistura**.

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

- reprodutibilidade (de um experimento)
- pesquisa pura
- pesquisa aplicada
- Alquimia
- teoria
- observações experimentais

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Química, Física, Biologia, Matemática e Astronomia são exemplos de Ciências Naturais. O substantivo *ciência* designa um modo organizado de trabalho que visa ao estudo de algo, e o adjetivo *natural* é referente à natureza.

Assim, **Ciências Naturais** são aquelas ciências que têm por finalidade estudar objetos e fenômenos (acontecimentos) da natureza, quer esses fenômenos sejam observados em ambientes naturais, quer sejam produzidos ou reproduzidos em ambientes artificiais (isto é, ambientes criados pelo ser humano), como é o caso dos laboratórios.

As Ciências Naturais têm um modo organizado de trabalho que permite a criteriosa observação dos fenômenos, a interpretação das observações e, em determinados momentos, a proposição de explicações para os fenômenos.

É difícil apresentar uma definição rápida e simples para a Química. De modo simplista, podemos dizer que ela é a Ciência Natural que visa ao estudo das substâncias, da sua composição, da sua estrutura e das suas propriedades. Entre as propriedades das substâncias que mais interessam aos químicos está a tendência de elas tomarem parte, ou não, em transformações nas quais novas substâncias são formadas a partir de outras, denominadas **reações químicas**.

Assim como as outras Ciências, a Química teve uma evolução histórica até chegar ao seu estágio moderno e às suas atuais características. Ter noções de história da Química ajuda a compreender melhor como certos conceitos surgiram e por que seu surgimento foi importante. Este capítulo introdutório apresenta algumas características da Química, esboça brevemente sua evolução histórica e comenta, em linhas gerais, o método científico, que permite a descoberta de leis científicas e a proposição de teorias.

9

Estrutura dos capítulos deste livro

Na abertura do capítulo apresenta-se um resumo dos principais conteúdos a serem abordados.

Todo capítulo inicia-se com uma foto com o objetivo de contextualizar o assunto que será tratado.

o de 1998.eir

Este ícone aparece em seções nas quais

atividades em grupo são oportunas.

Uma atividade em grupo inicia o capítulo.

Discuta com seus colegas as relações entre a

Química e a imagem mostrada.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Um texto no começo de cada capítulo trata do

tema abordado em termos gerais, fazendo co-

nexões com o cotidiano ou temas estudados em

outros capítulos.

As atividades estão divididas em duas seções: *Exercícios essenciais*, que permitem uma fi xação imediata do assunto trabalhado, e *Exercícios adicionais* de aprofundamento.

3 Ponto de fusão (PF) e ponto de ebulição (PE)

Durante o aquecimento, figura Ⓐ, a água sofre fusão a 0 °C. Durante o resfriamento, figura Ⓑ, ela sofre solidificação também a 0 °C.

Vamos generalizar dizendo que:

> O **ponto de fusão** de uma substância é a temperatura em que ela sofre fusão (durante o aquecimento) ou solidificação (durante o resfriamento).

Novamente, comparando as figuras Ⓐ e Ⓑ, percebemos que a água entra em ebulição e sofre condensação à mesma temperatura, 100 °C. Assim:

> O **ponto de ebulição** de uma substância é a temperatura em que ela sofre ebulição (durante o aquecimento) ou condensação (durante o resfriamento).

O ponto de ebulição das substâncias pode variar bastante, dependendo da pressão atmosférica do local em que a experiência é feita. A pressão atmosférica, por sua vez, varia sensivelmente com a altitude do local. **Vamos deixar subentendido, de agora em diante, que todos os dados relativos à ebulição referem-se à pressão atmosférica ao nível do mar.**

4 Previsões a partir dos valores de PF e PE

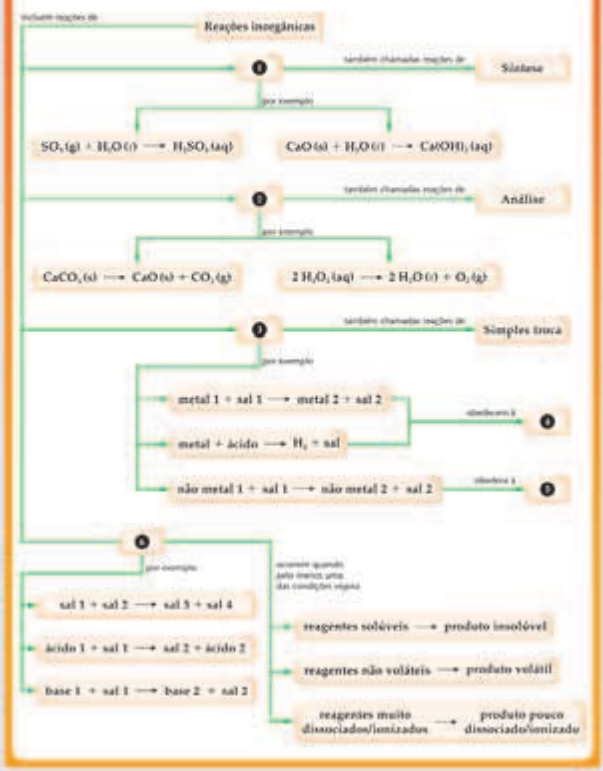
Saber os valores do ponto de fusão e do ponto de ebulição de uma substância significa poder prever se, em determinada temperatura, a substância estará sólida, líquida ou gasosa.

O esquema a seguir exemplifica previsões desse tipo usando como exemplo as substâncias água, etanol e naftaleno, cujos pontos de fusão e de ebulição aparecem na tabela 1.

Importante:
Este mapa é apenas uma das muitas possibilidades de relacionar esses conteúdos conceituais.

MAPA CONCEITUAL – REAÇÕES INORGÂNICAS

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.



Há, contudo, algumas evidências que estão, de modo geral, associadas à ocorrência de reações químicas e que são, portanto, pistas que podem indicar sua ocorrência. Entre essas evidências estão:

- liberação de calor — por exemplo, nas combustões (foto Ⓐ);
- mudança de cor — por exemplo, quando um alvejante é derrubado, por descuido, numa roupa colorida (foto Ⓑ);
- mudança de odor — por exemplo, quando frutas, carnes e outros alimentos se estragam (foto Ⓒ);
- liberação de gás — por exemplo, ao jogar um comprimido efervescente em água (foto Ⓓ) ou no caso da experiência descrita na abertura deste capítulo;
- formação de um sólido ao misturar duas soluções diferentes (fotos Ⓔ, Ⓕ e Ⓖ).

Ⓐ A reação de combustão entre os gases hidrogênio e oxigênio produz água com grande liberação de calor. Flórida, EUA, 2002.

Ⓑ Jeans descolorado por alvejante.

Ⓒ Laranja apodrecendo sob ação de fungos.

Ⓓ Comprimido efervescente jogado em copo com água.

Ⓔ Ⓕ Ⓖ Reação entre dois sais: iodeto de potássio e nitrato de chumbo (II), em solução aquosa e à temperatura ambiente.

ATENÇÃO!

Experimentos com sais de chumbo podem causar intoxicação.

UM EXPERIMENTO COM PALHA DE AÇO

A critério do(a) professor(a), os alunos podem se reunir em grupos para a realização desta atividade.

Coloque dois pedaços novos de palha de aço, um seco e outro molhado, em dois saquinhos plásticos e feche-os. Compare o aspecto de ambos após um dia. Que diferenças você nota? Há evidência de reação química? Qual?

Informe-se sobre a Química

Hidróxido de lítio salva astronautas

"Houston, we have a problem." Ao enviar essa mensagem em 13 de abril de 1970, o comandante da missão espacial Apollo 13, Jim Lovell, sabia: a sua vida e as dos seus dois companheiros estavam por um fio. Um dos tanques de oxigênio da nave tinha acabado de explodir.

Apesar do perigo iminente de os astronautas ficarem sem O_2 para respirar, a principal preocupação da NASA era evitar que a atmosfera da espaçonave ficasse saturada do gás carbônico (CO_2) exalado pela própria equipe. Isso causaria um abaixamento do pH do sangue da tripulação (acidemia sanguínea), já que o CO_2 é um óxido ácido. [...]

A acidemia sanguínea deveria ser evitada a qualquer custo. Inicialmente, ela leva a pessoa a ficar desorientada e a desmaiar, podendo evoluir até o coma ou mesmo a morte. Normalmente, a presença de CO_2 na atmosfera da nave não é problema. Para eliminá-lo, há, adaptados à ventilação, recipientes com hidróxido de lítio (LiOH), uma base capaz de absorver esse gás. Nada quimicamente mais sensato: remover um óxido ácido da atmosfera da nave lançando mão de uma base:

$$CO_2 + 2\,LiOH \rightarrow Li_2CO_3 + H_2O$$

O problema é que os três astronautas tiveram de se refugiar numa parte da espaçonave chamada módulo lunar: pequena e preparada para duas pessoas. Depois de um dia e meio, uma luz de alerta acendeu: o CO_2 havia atingido um nível muito alto. Sinal de que a quantidade de LiOH, calculada para dois astronautas, não estava dando conta do recado. Um improviso de última hora com o hidróxido de lítio do módulo de comando (outra área da espaçonave) salvou a vida de toda a tripulação. E se existissem substâncias que, além de absorverem o CO_2, ao mesmo tempo restaurassem o O_2? Seria ótimo! E essas substâncias existem. São os superóxidos! O superóxido de potássio (K_2O_4) já vem sendo utilizado em submarinos. Veja só o que ele faz: $K_2O_4 + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + \frac{3}{2} O_2$

[...] No espaço e até no fundo do mar. Tem química em todo lugar!"

Fonte: PEREIRA, L. F. Folha de S.Paulo, 29 maio 2005.

Filtro responsável pela absorção de CO_2 da atmosfera da nave espacial. Missão Apollo 13, 1970.

Resgate dos módulos lunar da Apollo 13 depois da reentrada no Oceano Pacífico, 1970.

Você entendeu a leitura? Responda em seu caderno

1. Por que o pH do sangue da tripulação abaixaria (aumentaria a acidez) se a atmosfera da nave ficasse saturada de CO_2? Escreva a equação química que mostra a interação do CO_2 com a água presente no sangue.
2. O CO_2 é um exemplo de óxido ácido. O que são óxidos ácidos? Dê outros exemplos.
3. O hidróxido de lítio (LiOH) é utilizado para remover o CO_2 da atmosfera segundo a reação apresentada no texto. Poderiam ser utilizadas outras bases como, por exemplo, KOH ou $Mg(OH)_2$? Escreva a equação das reações para estas bases.
4. Pesquise por que o pH do sangue não deve variar além da faixa considerada normal (7,35-7,45).

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram suas concepções prévias

Releia sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

250

Fotografias são amplamente utilizadas para contextualizar os assuntos tratados e ilustrar aspectos experimentais.

Avisos de segurança alertam sobre perigos potenciais no

manuseio de
reagentes e
o de 1998.
equipamentos.
eir
Os capítulos são permeados por
uma variedade de quadros contendo
definições, complementações da
teoria, aplicações cotidianas e dicas
para facilitar a aprendizagem.
No encerramento de um capítulo ou conjunto de
oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever
capítulos, você é motivado a interpretar e com-
pletar no caderno um dos possíveis mapas con-
odução pr
ceituais envolvendo a temática em questão.
Repr
Reavalie e,
quando for o
caso, reformule
suas respostas
dadas à
atividade de
abertura do

capítulo.

Textos dos autores, de jornais de circulação nacional, de agências de notícias e de livros de divulgação científi ca são utilizados nessa seção de leitura. Atividades sobre o tema seguem a leitura.

Sumário

Capítulo 1 – Introdução ao estudo da Química 08

Capítulo 5 – Introdução à estrutura atômica 78

1. Aprender Química para o exercício da cidadania ... 10

1. A natureza elétrica da matéria 80

2. Os vários aspectos da Química 11

2. Modelo atômico de Rutherford 81

3. Breve panorama histórico 13

3. Íons 89

Informe-se sobre a Química – A Química é dinâmica 15

Informe-se sobre a Química – O que é nanotecnologia? 93

Exercícios essenciais: 83, 87, 91

Capítulo 2 – Substâncias químicas 17

Exercícios adicionais: 84, 88, 92

1. Mudanças de estado físico …….. 19

2. Curva de aquecimento e curva de resfriamento ……. 19

Capítulo 6 – Noção mais detalhada da estrutura

3. Ponto de fusão (PF) e ponto de ebulição (PE) …….. 20

atômica ……. 96

4. Previsões a partir dos valores de PF e PE …….. 20

1. Espectros atômicos …….. 98

5. Matéria …….. 23

2. Modelo atômico de Bohr …….. 100

6. Densidade …… 25

3. Algumas aplicações do modelo de Bohr …… 101

7. Substâncias químicas …….. 29

4. Modelo de subníveis de energia …… 104

8. Substâncias puras × misturas …….. 30

Informe-se sobre a Química – Proteína fluorescente

9. Processos de separação (fracionamento) de misturas . 35

revolucionou Biologia …….. 110

Estabeleça conexões …… 112

o de 1998.

10. Materiais de laboratório e segurança …….. 39

eir

Informe-se sobre a Química – Destilação: a arte de

Exercícios essenciais: 103, 107, 109

“extrair virtudes” ……. 44

Exercícios adicionais: 104, 107, 109

Estabeleça conexões …… 47

Exercícios essenciais: 21, 25, 28, 33, 42

Capítulo 7 – A tabela periódica dos elementos …… 113

Exercícios adicionais: 22, 28, 34, 43

1. Estrutura da tabela periódica …….. 115

2. Configuração eletrônica e tabela periódica ……. 122

Capítulo 3 – Introdução ao conceito de reação química 48

3. Algumas propriedades periódicas dos elementos ….. 128

1. O conceito de reação química …….. 50

Informe-se sobre a Química – Breve história

2. Exemplos de reação química …….. 51

da tabela periódica moderna 135

3. Reagentes e produtos 54

Estabeleça conexões 139

Exercícios essenciais: 117, 124, 132

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

4. Reações de decomposição 55

Exercícios adicionais: 120, 126, 133

5. Substâncias simples × substâncias compostas 57

odução pr

6. O conceito de elemento químico, segundo Boyle ... 58

Repr

7. A Lei da Conservação da Massa, de Lavoisier 58

Capítulo 8 – Ligações químicas interatômicas 140

8. A Lei das Proporções Constantes, de Proust. 59

1. Os três tipos de ligação química interatômica 142

Informe-se sobre a Química – Antoine

2. Os gases nobres e a regra do octeto 143

Laurent Lavoisier 62

3. Ligação iônica 144

Exercícios essenciais: 54, 57, 60

4. Ligação covalente 150

Exercícios adicionais: 61

5. Ligação metálica 156

6. Comparando as substâncias iônicas,

Capítulo 4 – Do macroscópico ao microscópico:

moleculares e metálicas 158

átomos e moléculas 64

Informe-se sobre a Química – Por que algumas

substâncias conduzem corrente elétrica e outras não? 161

1. A Teoria Atômica de Dalton..... 66

Estabeleça conexões 163

2. Reformulação do conceito de elemento.

Exercícios essenciais: 148, 154, 158

Distinção entre elemento e substância simples 68

Exercícios adicionais: 149, 156, 159

3. Equação química 71

4. Explicação para as leis de Lavoisier e de Proust 72

5. Os níveis de trabalho da Química 73

Capítulo 9 – Geometria molecular e ligações

Informe-se sobre a Química – Átomos e moléculas:

químicas intermoleculares 164

entidades de um mundo quase além da imaginação 76

1. Geometria molecular 166

Estabeleça conexões 77

2. Polaridade de ligações..... 169

Exercícios essenciais: 69, 74

3. Polaridade de moléculas 174

Exercícios adicionais: 70, 75

4. Polaridade e solubilidade 177

5. Ligações intermoleculares 179

5. Quantidade de matéria (n) 287

6. Forças intermoleculares e ponto de ebulição 183

6. Constante de Avogadro (NA) 292

Informe-se sobre a Química – Alotropia 186

7. Massa molar (M) 294

Estabeleça conexões 189

8. Mol e massa molar na determinação de fórmulas 298

Exercícios essenciais: 169, 172, 176, 178, 182, 184

Informe-se sobre a Química – Tentando avaliar

Exercícios adicionais: 173, 177, 183, 185

a dimensão da Constante de Avogadro 305

Estabeleça conexões 306

Capítulo 10 – Condutividade elétrica

Exercícios essenciais: 285, 290, 293, 296, 299, 302

de soluções aquosas 190

Exercícios adicionais: 286, 291, 294, 297, 299, 304

1. Algumas soluções conduzem corrente elétrica 192

2. Dissociação iônica e ionização 192

Capítulo 14 – O comportamento físico dos gases 307

3. Soluções eletrolíticas e soluções não eletrolíticas 194

1. Considerações iniciais 309

4. Comparando os comportamentos estudados 195

2. Transformações envolvendo massa fi xa de gás 313

Informe-se sobre a Química – O emprego de

3. Equação geral dos gases 328

parâmetros físicos e químicos para a avaliação

4. Volume molar dos gases 330

da qualidade de águas naturais 199

5. O Princípio de Avogadro 331

Exercícios essenciais: 197

6. Lei do Gás Ideal 334

o de 1998.

Exercícios adicionais: 198

eir

7. Misturas gas osas 341

8. Densidade de gases 347

Capítulo 11 – Princípios da Química Inorgânica 200

Informe-se sobre a Química – Pressurização de cabine

1. Conceituação de ácidos e de bases 202

de a vião 351

2. Ácidos 206

Estabeleça conexões 353

3. Bases 213

Exercícios essenciais: 312, 316, 322, 326, 328, 332, 339, 4. Sais 218

345, 349

5. Ácidos, bases e sais como eletrólitos 228

Exercícios adicionais: 317, 327, 329, 333, 340, 345, 350

6. Óxidos: defi nição e nomenclatura 235

Informe-se sobre a Química – Hidróxido de lítio salva **Capítulo 15 –**

Aspectos quantitativos

astronautas 250

das reações químicas 354

Estabeleça conexões 251

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

1. Relações estequiométricas fundamentais 356

Exercícios essenciais: 206, 208, 210, 213, 216, 221, 225, 2. Relações estequiométricas com volume de gás 365

232, 237, 239, 243, 247, 249

odução pr

3. Reagente limitante e reagente em excesso 372

Repr

Exercícios adicionais: 209, 211, 213, 217, 222, 225, 233, 237, 239, 244, 247, 249

4. Reagentes que contêm “impurezas” 376

5. Reações que não apresentam rendimento total 378

Informe-se sobre a Química – Mudanças climáticas 382

Capítulo 12 – Algumas reações inorgânicas

Estabeleça conexões 385

de importância 252

Exercícios essenciais: 360, 362, 364, 369, 373, 377, 380

1. Quatro tipos importantes de reação 254

Exercícios adicionais: 361, 363, 365, 370, 375, 378, 381

2. Reações de deslocamento 258

3. Reações de dupla troca 265

Mapa conceitual – Química Geral e Inorgânica 386

4. Equações químicas na forma iônica 273

Informe-se sobre a Química – Aquecendo-se sob as

Apêndices

luzes da ribalta 275

A. Tabela de cátions e de ânions 387

Estabeleça conexões 277

B. Potências de dez e notação científi ca 388

Exercícios essenciais: 256, 262, 264, 267, 271, 274

C. Algumas unidades, seus múltiplos e submúltiplos ... 389

Exercícios adicionais: 257, 262, 264, 267, 272, 274

Respostas 390

Capítulo 13 – Mol 278

Siglas de vestibulares 397

1. Estabelecendo relação entre massa e quantidade 280

Índice remissivo 400

2. Massa atômica de um elemento e massa molecular 283

3. Massa de íons 285

Bibliografi a 405

4. A grandeza quantidade de matéria

e a Constante de Avogadro 287

Tabela periódica 408

LO

O

Introdução ao estudo

APÍTULC

1 da Química

o de 1998.eir

STOCKFOOD/KEYSTOCK

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

 É comum ouvirmos pessoas dizerem preferir pão sem química. E você, prefere pão com química ou pão sem química?

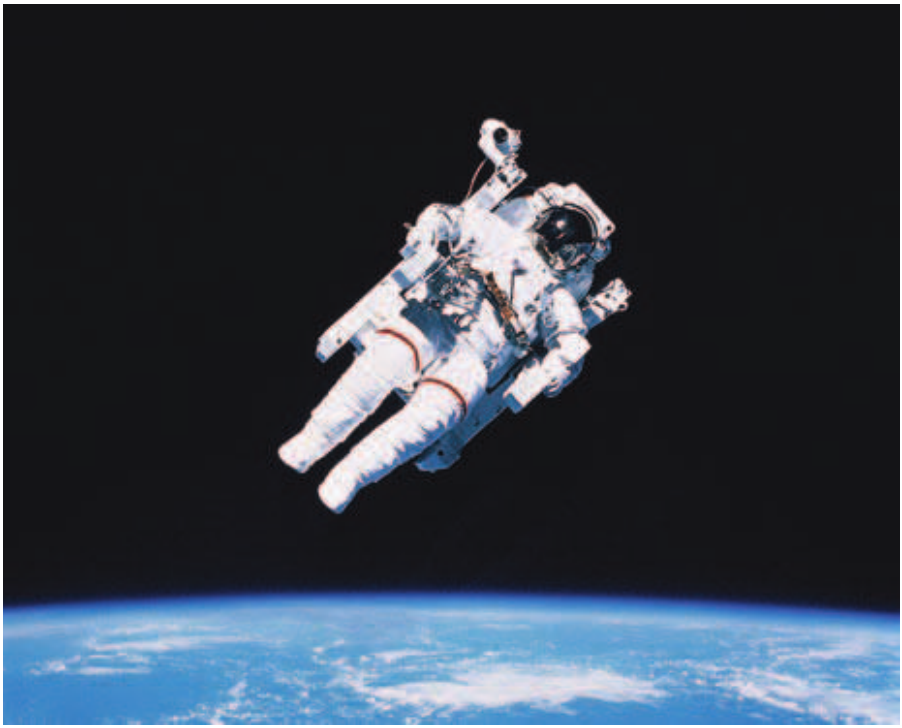
Alguns conteúdos importantes:

Linguagem científica como meio facilitador da comunicação Caráter experimental da Química

Pesquisa pura 3 *pesquisa aplicada*

A Química relaciona-se a outras Ciências (caráter interdisciplinar) Breves noções da evolução da Química ao longo do tempo Distinção entre observações qualitativas e quantitativas Distinção entre lei e teoria

Noções sobre método científico



Introdução ao estudo da Química

Capítulo 1

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• reprodutibilidade (de um experimento)

PhotoDisc/Getty imaGes

• pesquisa pura

• pesquisa aplicada

• Alquimia

• teoria

• observações experimentais

 Astronauta Bruce McCandless II em missão da nave

Challenger da NASA (EUA), em 1983.

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Química, Física, Biologia, Matemática e Astronomia são exemplos de *Ciências Naturais*.

O substantivo *ciência* designa um modo organizado de trabalho que visa ao estudo de algo, e o adjetivo *natural* é referente à natureza.

Assim, Ciências Naturais são aquelas ciências que têm por finalidade estudar objetos e fenômenos (acontecimentos) da natureza, quer esses fenômenos sejam oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

observados em ambientes naturais, quer sejam produzidos ou reproduzidos em ambientes artificiais (isto é, ambientes criados pelo ser humano), como é o caso dos odução pr

Repr

laboratórios.

As Ciências Naturais têm um modo organizado de trabalho que permite a criteriosa observação dos fenômenos, a interpretação das observações e, em determinados momentos, a proposição de explicações para os fenômenos.

É difícil apresentar uma definição rápida e simples para a Química. De modo simplis-ta, podemos dizer que ela é a Ciência Natural que visa ao estudo das substâncias, da sua composição, da sua estrutura e das suas propriedades. Entre as propriedades das substâncias que mais interessam aos químicos está a tendência de elas tomarem parte, ou

não, em transformações nas quais novas substâncias são formadas a partir de outras, denominadas reações químicas.

Assim como as outras Ciências, a Química teve uma evolução histórica até chegar ao seu estágio moderno e às suas atuais características. Ter noções de história da Química ajuda a compreender melhor como certos conceitos surgiram e por que seu surgimento foi importante. Este capítulo introdutório apresenta algumas características da Química, esboça brevemente sua evolução histórica e comenta, em linhas gerais, o método científico, que permite a descoberta de leis científicas e a proposição de teorias.

1 Aprender Química para o exercício da cidadania

Para a população em geral, uma expressão do tipo “pão sem química” transmite a ideia de um pão isento de substâncias prejudiciais à saúde. Tentando transmitir a ideia desejada, essa expressão é, além de infeliz, totalmente incorreta, porque a produção do pão utiliza a farinha de trigo como matéria-prima e parte dela sofre uma reação química (denominada *fermentação*).

Mesmo sem saber Química, o padeiro executa, todos os dias, essa reação.

Ao utilizar a expressão “pão sem química”, uma pessoa revela desconhecer várias coisas:

• a Química não é um objeto para que possa ser colocada em um pão. A Química é uma ciência, ou seja, um ramo do conhecimento humano que visa compreender melhor alguns fenômenos que ocorrem na natureza e/ou em laboratório, estudando-os com uma linha organizada de trabalho, denominada **método científico**;

• ao fazer o pão, o padeiro utiliza processos químicos (reações

químicas);

• todos os objetos e materiais existentes na Terra (incluindo os pães) são constituídos por substâncias químicas.

Assim, o “pão sem química” é, na verdade, um pão obtido a partir de substâncias e reações químicas, mas sem a adição de substâncias que possam ser nocivas à saúde.

Analogamente, frases como “não tomo remédios, pois contêm muita química”, “alimentos o de 1998.eir

enlatados fazem mal porque os fabricantes adicionam muita química” ou “instalei em minha piscina um novo sistema de tratamento totalmente isento de química” também estão incorretamente elaboradas, pois confundem uma importante ciência com substâncias tóxicas ou com produtos e processos maléficos ao ser humano.

Em nosso dia a dia é muito frequente encontrarmos indicações de substâncias químicas nas embalagens de alimentos, nos frascos de cosméticos, nos rótulos de produtos de limpeza, nas etiquetas de roupas, nas caixas e bulas de remédios e em tantos outros objetos.

Da imensa variedade de produtos colocados à venda, a maioria deles, se não todos, provém de indústrias químicas ou, então, entrou em contato durante sua manufatura com produtos delas provenientes (por exemplo, sabões, detergentes, remédios, cremes dentais, cosméticos, plásticos, oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

borracha, metais, papel, colas, tintas, álcool, sal, açúcar, vinagre, aditivos alimentares, refrigerantes, CDs e DVDs etc.). Virtualmente, tudo o que encontramos à venda se relaciona de alguma forma odução pr

com a indústria química. O produto usado nas embalagens — papel, plástico, vidro ou metal — e Repr

a tinta nelas utilizada são obtidos por meio de processos químicos.

Os materiais empregados na construção de casas, prédios, automóveis, aviões, embarcações, computadores e eletrodomésticos constituem outros exemplos que se relacionam com as indústrias de processos químicos, nas suas mais diferentes modalidades e especialidades.

TinSTOCK

Y/la

b *Notebooks* e

máquinas fotográficas

digitais contêm

PhOTODiSC/GETTY imaGES

materiais cuja

obtenção se deve,

entre outros, a

avanços da Química.

Alguns exemplos

são as baterias

recarregá veis, o

STEvE hOrrEll/SCiEnCE PhOTO librar

display e o monitor

de cristal líquido e o s

circuitos eletrônicos

miniaturizados.

Introdução ao estudo da Química

Capítulo 1

b O conhecimento

da Química, assim

como de muitas

outras áreas do

T/maSTErFilE-OThEr imaGES

saber humano,

propicia um melhor

minSar

entendimento

do mundo e,

consequentemente,

ajuda a ter uma

melhor qualidade

de vida. Aprender

nos permite exercer

melhor nossos

direitos e deveres

de cidadão.

Os medicamentos são substâncias químicas devidamente extraídas da natureza ou fabricadas artificialmente, purificadas, dosadas e comercializadas.

Do mesmo modo que substâncias químicas podem contribuir para o bem-estar da humanidade, elas também podem — se usadas incorretamente (por o de 1998.

ignorância, incompetência, ganância ou ideologias duvidosas) — acarretar do-eir

enças, poluição do ar e das águas, desequilíbrios ecológicos e mortalidade de plantas e animais.

marlEnE bErGamO/FOlha imaGEm

Assim, apesar de toda a importância desta ciência e de suas aplicações, há muita confusão no que diz respeito à palavra **química**. É comum ouvirmos seu nome sendo usado impropriamente como sinônimo de “substâncias tóxicas”,

“veneno” ou “poluição”.

 O conhecimento da

Química e a correta utilização

Aprender Química é se envolver num apaixonante estudo das substâncias de seus princípios podem

ao nosso redor, de onde vêm, quais suas propriedades, que utilidades possuem evitar problemas como o

mostrado nesta foto. Rio Tietê,

e quais as vantagens ou os problemas que eventualmente podem trazer à hu-Pirapora do Bom Jesus, SP,

manidade. A principal meta deste livro é ajudá-lo a compreender melhor alguns oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2001.

conceitos fundamentais da Química e sua relação com o cotidiano.

odução pr

Um cidadão participativo e capaz de tomar as melhores decisões para si e Repr

para sua comunidade precisa, entre outras coisas, ter noções claras sobre Ciência e Tecnologia. Assim, dominar os conceitos científicos e compreender os fenômenos que nos rodeiam são importantes condições para o exercício da cidadania.

2 Os vários aspectos da Química

A Química envolve uma linguagem própria

Diversos ramos do conhecimento humano, por vezes, se utilizam de códigos al viSiOn/GETTY imaGES

para expressar as ideias de maneira concisa.

DiGiT

A Química, assim como a Música, a Computação e a Eletrônica (apenas para citar alguns poucos exemplos), utiliza-se de representações que podem ser entendidas por qualquer pessoa familiarizada com elas. Ao longo deste curso de Química você vai adquirir informações que lhe permitirão entender essa linguagem. Assim, por exemplo, você em breve fará leituras do tipo:

 A música tem linguagem

Em equação: C (graf.) 1 O2 (g) # CO2 (g)

própria, que é registrada nas

partituras musicais. Da mesma

Em palavras: Carbono grafite reage com gás oxigênio produzindo gás car-maneira, a Química também

bônico.

tem linguagem própria.

11

Uma sonata para piano escrita por Mozart (músico austríaco) pode ser entendida e interpretada tanto por um pianista chinês quanto por um brasileiro porque a linguagem das partituras musicais é universal. O mesmo acontece com a linguagem química. Isso é importantíssimo no que diz respeito à comunicação científica ao redor do mundo.

A Química utiliza ferramentas de outras áreas

No decorrer deste curso, você perceberá que, muitas vezes, a Química utiliza conceitos de outras áreas, principalmente da Matemática e da Física. Quando necessário, faremos um comentário preliminar sobre eles, para que você possa dominar todos os pré-requisitos necessários e entender a Química do ensino médio.

O caráter experimental da Química

Assim como acontece com as outras Ciências Naturais (Física, Biologia etc.), a Química baseia-se na observação de acontecimentos (fenômenos) da natureza. Mais do que isso, a pesquisa química envolve a execução de experiências em laboratório e a cuidadosa observação e interpretação dos resultados.

Quando um cientista realiza algumas experiências e obtém resultados importantes, geralmente ele os publica em revistas especializadas de circulação mundial. Sua descrição deve ser precisa o suficiente para que outros cientistas possam reproduzi-las e chegar aos o de 1998.eir

mesmos resultados. Caso contrário, suas conclusões não serão aceitas pela comunidade científica mundial. Assim, uma preocupação importante relacionada com as experiências é a sua reprodutibilidade.

O caráter puro e aplicado da Química

Uma pesquisa química pode estar voltada apenas para o melhor entendimento de algum fato da natureza; nesse caso temos uma pesquisa pura. Por sua vez, ela pode estar focada em resolver um problema prático, tratando-se, então, de uma pesquisa aplicada.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ture/

tinstock

y/la

odução pr

. of agricul

Repr

science photo librar

scott bauer-us dept

tton. bild/cid

s.l. ma

Ao redor do

mundo, milhares de

químicos realizam

constante trabalho

experimental.

Centenas de

m A pesquisa pura permitiu a descoberta do

novas descobertas

elemento químico silício. A pesquisa aplicada

são feitas a cada

possibilitou que, com ele, se fizessem as

ano e muitas

modernas células fotovoltaicas como a indicada

delas provocarão

pela seta na foto. Tais dispositivos convertem

mudanças na vida

energia luminosa em energia elétrica e já são

das pessoas.

largamente usados em calculadoras portáteis.

12

Introdução ao estudo da Química

Capítulo 1

O caráter interdisciplinar da Química

Como já dissemos, essa ciência possui caráter aplicado. Muitas vezes, para a resolução de um problema prático, é necessário que ela atue em conjunto com outras ciências.

Ao se aliar à Engenharia, a Química tem propiciado a elaboração de novos materiais, como, por exemplo, as cerâmicas que suportam altas temperaturas, os plásticos altamente resistentes e os materiais supercondutores.

A Medicina, talvez a mais antiga das ciências associadas à Química, é uma das maiores beneficiadas com os modernos avanços dessa área. Anualmente, são descobertas centenas de novas substâncias que podem atuar como medicamentos.

Todas essas fascinantes aplicações que descrevemos representam apenas parte do que existe em termos de avanço científico e tecnológico ligado à Química.

É importantíssimo salientar que nenhum progresso nesse campo será possível se os conceitos básicos da Química não forem bem compreendidos. São esses conceitos, discutidos ao longo deste livro, que formam o alicerce de todo o conhecimento químico atual. Embora se trate de conhecimentos básicos, você poderá perceber a grande diversidade de aplicações práticas que eles possuem.

o de 1998.eir

3 Breve panorama histórico

Entre as Ciências Naturais, pode-se dizer que a Química é uma das mais recentes. Astronomia, Física e Matemática têm uma história que remonta a muitos séculos antes de Cristo.

Não há uma data específica que possamos estabelecer como "início" da Química. Podemos dizer, entretanto, que ela só se firmou como ciência no transcorrer dos séculos XVII e XVIII.

Vamos, a seguir, dar uma ideia sobre isso.

3.1 A Antiguidade

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Há mais de 3.500 anos, os egípcios já utilizavam técnicas em que estavam envolvidas odução pr

Repr

transformações químicas. Dentre elas, podemos citar a fabricação de objetos cerâmicos por meio do cozimento da argila, a extração de corantes de certos animais e vegetais, a obtenção de vinagre e bebidas alcoólicas não destiladas (vinho, cerveja) e a produção de vidro e de alguns metais. Destaca-se também a arte da conservação das múmias, na qual os egípcios atingiram alto grau de perfeição.

Por volta de 478 a.C., o filósofo grego Leucipo, que vivia na costa norte do Mar Egeu, apresentou a primeira teoria atômica de que se tem notícia, e seu discípulo Demócrito a aperfeiçoou e propagou. A ideia envolvida era a seguinte: considere, por exemplo, a areia de uma praia. Vista de longe ela parece contínua, porém, observada de perto, notamos que é formada por pequenos grãos. Na realidade, todas as coisas no universo são formadas por

"grãozinhos" tão pequenos que não podemos enxergar e, dessa forma, temos a impressão de que elas são contínuas. A esses "grãozinhos" foi dado o nome de átomos (do grego *a*, que significa "não", e *tomos*, que quer dizer "divisível").

Contudo, entre os gregos, acabaram predominando as ideias de outro filósofo, Aristóteles (384-322 a.C.). Segundo ele, tudo é constituído de quatro "elementos" básicos: *fogo*, *terra*, *ar* e *água*. Essa maneira de pensar influenciou muito a evolução da Ciência ocidental, que conseguiu desvencilhar-se totalmente dessas

ideias somente no século XVI, a partir do qual a Química teve considerável impulso.

13

3.2 Alquimia, a precursora da Química

Após Aristóteles, a Grécia passou por um agitado período po-

lítico e, gradualmente, a cidade egípcia de Alexandria assumiu a liderança científica da época. Lá, encontraram-se frente a frente a fi-TinSTOCK

losofia grega, a tecnologia egípcia e as místicas religiões orientais.

Disso tudo nasceu a Alquimia, uma mistura de ciência, arte e magia, que floresceu durante a Idade Média, tendo uma dupla preocupação: a busca do "elixir da longa vida", que garantiria a EriCh lESSinG/album-la

imortalidade e a cura das doenças do corpo, e a descoberta de um método para a transformação de metais comuns em ouro (*transmutação*), que ocorreria na presença de um agente conhecido como

"pedra filosofal".

A procura pelo ouro não era motivada por razões econômicas,

mas porque ele, devido à resistência à corrosão, representava a perfeição divina. Contudo, muitos charlatães se aproveitaram de encenações simulando a transmutação para enriquecer à custa da boa-fé de alguns adeptos da Alquimia.

o de 1998.

Na China, as especulações dos alquimistas conduziram ao domínio eir

de muitas técnicas de metalurgia e à descoberta da pólvora. Os chine-

Reconstrução de um laboratório alquímico

da Idade Média. Collegium Maius, Cracóvia,

ses foram os inventores dos fogos de artifício e os primeiros a usar a Polônia, em 2001.

pólvora em combates no século X.

Nenhum dos dois objetivos da Alquimia foi atingido, contudo, muitos progressos no conhecimento das substâncias provenientes de minerais e vegetais foram obtidos no Ocidente e no Oriente. Prepararam-se substâncias como, por exemplo, ácido nítrico (chamado na época de *aqua fortis*) e ácido sulfúrico (*oleum vitriolum*). Materiais de laboratório foram sendo gradualmente aperfeiçoados.

No século XVI, o suíço Theophrastus Bombastus Paracelsus propôs que a Alquimia deveria oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

preocupar-se principalmente com o aspecto médico em suas investigações. (Isso ficou conhecido odução pr

como *Iatroquímica*.) Segundo ele, os processos vitais podiam ser interpretados e modificados com Repr

o uso de substâncias químicas. Sua contribuição no diagnóstico e no tratamento de algumas doenças foi digna de nota.

3.3 Da Alquimia surge a Química

Em 1597, o alemão Andreas Libavius publicou o livro *Alchemia*, no qual afirmava que a Alquimia tem por objetivo *a separação de misturas em seus componentes e o estudo das propriedades desses componentes*.

Em 1661, o irlandês Robert Boyle publicou *The sceptical chemist* (*O químico cético* — cético significa desconfiado, que só acredita mediante provas), no qual atacava violentamente a concepção aristotélica de quatro "elementos". Para Boyle, *elemento é tudo aquilo que não pode ser decomposto por nenhum método conhecido*. Esses dois livros são considerados, por alguns estudiosos, o marco inicial da Química.

Há outros estudiosos que creditam a Antoine Laurent Lavoisier o mérito de ser o "pai" da Química. Os trabalhos desse cientista francês, realizados no século XVIII, deram à Química bases mais sólidas. Ele realizou experimentos controlados envolvendo medidas da massa de frascos (incluindo a dos materiais neles contidos) antes e depois de acontecerem reações químicas den-14

Introdução ao estudo da Química

Capítulo 1

tro deles. Uma de suas conclusões, a de que a massa se conserva durante as reações químicas, é considerada por alguns o marco inicial da Química.

No século XIX, os trabalhos de Gay-Lussac, Dalton, Wöhler, Avogadro, Kekulé e outros, cujas conclusões também estudaremos neste livro, deram origem à chamada Química clássica.

No século XX, com o grande avanço tecnológico, presenciou-se uma vertiginosa evolução do conhecimento químico. O átomo teve sua estrutura interna pesquisada, elementos artificiais foram sintetizados e modernas técnicas de investigação foram

desenvolvidas, utilizando conceitos de Química, Física, Matemática, Computação e Eletrônica.

A

B

TinSTOCK

TinSTOCK

Y/la

Y/la

librar

librar

PaSiEKa/SCiEnCE PhOTO

COrDElia mOllEY/SCiEnCE PhOTO

o de 1998.

Alguns recentes progressos da pesquisa química aplicada:

eir

A *Chip* plástico para identificação por radiofrequência (RFID), usado em lojas para evitar furto de mercadorias. Tais dispositivos também podem armazenar informações, como preço e data de validade.

B Caneca revestida com camada de material termocrômico (muda de cor com a temperatura). À medida que o líquido quente provoca seu aquecimento, a coloração escura passa a transparente, revelando a imagem que existe na camada abaixo dela.

Informe-se sobre a Química

A Química é dinâmica

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Um cientista decidido a atuar em certo ramo da Química precisa,

antes de mais odução pr

nada, estudar o que já se descobriu a respeito do assunto escolhido. A partir daí, Repr

deve decidir qual será o problema a investigar e elaborar experiências de laboratório, que lhe permitirão executar observações experimentais. Essas observações podem ser de dois tipos:

• qualitativas: aquelas que não envolvem dados numéricos;

• quantitativas: as que provêm de medidas, com a utilização de instrumentos, e constituem-se de dados numéricos.

Após a execução das experiências, é possível notar quais as regularidades observadas e, a partir delas, enunciar um princípio ou uma lei, ou seja, uma frase ou uma equação matemática que expresse a regularidade observada.

Em seguida, pode-se apresentar uma teoria, ou seja, uma proposta de explicação para os fatos experimentais e as leis. Uma teoria é considerada satisfatória quando, ao ser testada em novas situações, obtém sucesso em suas previsões. Quando tal sucesso não é conseguido, ela deve ser modificada ou, dependendo do caso, aban-donada e substituída por outra melhor.

Todo esse processo não para de acontecer. A Química é uma Ciência e, como tal, está em contínuo processo de evolução e aperfeiçoamento.

15

Experimentos

permitem fazer

Observações

que revelam

Regularidades da natureza

enquanto

quando

continuar

não mais

a explicar as

explicar as

enunciadas como

Princípios ou leis

que se pretendem

que é

Aceita

explicar com uma

Teoria

Substituída ou aprimorada

o de 1998.eir

Esse tipo de esquema é denominado mapa conceitual. Trata-se de uma maneira de representar a relação lógica entre conceitos. Você encontrará outros mapas conceituais ao longo deste livro.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

1. Pense em um experimento que envolva observar o movimento dos carros na sua ci dade ou na sua rua. Liste algumas observações experimentais qualitativas e quantitativas que você poderia fazer. Você precisaria de instrumentos para fazer essas observações?

2. Observe as pessoas que entram e saem da sua escola. Quais regularidades você é oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

capaz de apontar sobre essas pessoas? Nesse caso, ficaria mais

fácil realizar este odução pr

experimento em grupo? Justifique.

Repr

3. Leia com atenção, juntamente com seus colegas de sala, uma receita de bolo. Reescreva em grupo a mesma receita pensando em fazer um bolo com o dobro do tamanho.

Discutam em grupo sobre alguma regularidade observada nas duas receitas. Seria possível elaborar uma equação matemática que pudesse expressar a regularidade observada?

4. Toda teoria deve ser imutável já que ela tem por finalidade explicar regularidades observadas na execução de determinados experimentos. Você julga essa afirmação correta?

Discuta com seus colegas a respeito.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

Termoquímica: o calor e os processos químicos

Capítulo 21

LO

O

2 Substâncias químicas

APÍTULC

Alguns conteúdos importantes:

Mudança de estado físico

Substância pura

Ponto de fusão (PF)

Mistura (heterogênea 3 homogênea)

Ponto de ebulição (PE)

Solução

Sistema

Matéria

Exemplos de técnicas de separação

Massa e unidades de massa

de misturas

Volume e unidades de volume

Exemplos de materiais de laboratório

o de 1998.eir

Densidade (d)

Segurança em laboratório

Tudo o que conhecemos é formado por uma ou mais substâncias químicas. E cada substância química apresenta propriedades que lhe são características. Na história da Química o estabelecimento de alguns conceitos foi decisivo para os progressos feitos nessa área do conhecimento humano. Entre tais conceitos estão o de substância química e o de mistura.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

17

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique K

no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem C

TOS

e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões inTa

ao professor.

/lYra

• decantação

ibr l

TOO

• solução

Ph

CEn

• filtração

iEC/S

CK

• destilação

luEh

TG

• funil de separação

EO

l Ga

• mistura homogênea

SC

Pa

• mistura heterogênea

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Na história da Química o estabelecimento de alguns conceitos foi decisivo para os progressos nessa área do conhecimento humano. Entre tais conceitos estão o de substância química e o de mistura, ambos apresentados neste capítulo.

Se um químico possui uma amostra de certo material e precisa

decidir se ela é formada por uma única substância química ou se é uma mistura de duas ou mais substâncias, ele oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

pode realizar a determinação de certas propriedades desse material. Com base nessas propriedades a decisão correta pode ser tomada.

odução pr

Repr

Entre essas propriedades que permitem diferenciar substância química e mistura estão o ponto de fusão, o ponto de ebulição e a densidade, propriedades apresentadas e discutidas neste capítulo.

Este capítulo pretende, portanto, fornecer algumas das informações mais fundamentais para o estudo da Química. Essas informações serão essenciais para compreender, no capítulo seguinte, o que vem a ser uma reação química, transformação que produz novas substâncias. O conceito de reação química é, por sua vez, um dos pontos centrais da Química, pois essa Ciência se ocupa, entre outras coisas, com o entendimento das reações químicas e de como elas podem ser controladas.

Este capítulo também mostra o conceito de matéria e algumas importantes unidades usadas para expressar a massa e o volume, duas propriedades de qualquer porção de matéria.

Ainda neste capítulo você conhecerá algumas técnicas que podem ser empregadas para separar duas ou mais substâncias que formam uma mistura e como algumas dessas técnicas se apresentam na vida cotidiana.

Substâncias químicas

Capítulo 2

1 Mudanças de estado físico

Em nosso dia a dia, a água pode se apresentar em três estados físicos: o sólido, o líquido e o gasoso. As mudanças de estado físico recebem nomes conforme mostra o esquema abaixo.

Diminuição de temperatura (a água é esfriada)

Solidificação

Condensação

(liquefação)

O

O vapor de água é

C

EC

incolor e, misturado

Sn

Água líquida

com o ar, é invisível

SOilDa

Va

Fusão

porização

Vapor de água

Água sólida (gelo)

Sublimação

Aumento de temperatura (a água é aquecida)

A vaporização, passagem do estado líquido para o gasoso, pode ocorrer de forma lenta, na o de 1998.

temperatura do ambiente e sem a formação de bolhas, como no caso de uma roupa secando no eir

varal. Nesse caso, a vaporização é denominada evaporação. A vaporização também pode acontecer com a formação de bolhas durante o aquecimento do líquido. Nesse caso, é chamada ebulição (popularmente, fervura).

2 Curva de aquecimento e curva de resfriamento

Partindo de água sólida (a 240 °C, por exemplo) e chegando até o estado gasoso (a 120 °C, por exemplo), registra-se durante o experimento a temperatura da amostra e o tempo transcorrido desde o início. Com os dados, pode-se elaborar um gráfico de temperatura da amostra de oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

água em função do tempo transcorrido no aquecimento. Tal gráfico é conhecido como curva de aquecimento da água e tem um aspecto como o da figura A abaixo.

odução pr

Repr

Outra experiência que pode ser realizada em um laboratório convenientemente equipado é acompanhar a temperatura e o tempo transcorrido durante o resfriamento de uma amostra de água partindo do estado gasoso (a 120 °C, por exemplo) até o estado sólido (a 240 °C, por exemplo). O gráfico que relaciona a temperatura dessa amostra em função do tempo transcorrido no resfriamento é chamado de curva de resfriamento da água e aparece esboçado na figura B.

A

B

OC

ECSn

120

120

SO

• Aquecimento do vapor

• Resfriamento do vapor

ilD

100

100

: a

ESõ

80

• Ebulição

80

• Condensação

açr

ST

a (°C) 60

a (°C) 60

• Resfriamento da

ilu

atur 40

atur 40

água líquida

Tempo

• Aquecimento da água líquida

transcorrido

20

20

durante o

Temper

Temper

resfriamento

0

0

Tempo transcorrido

• Solidificação

–20

• Fusão

durante o aquecimento

–20

• Aquecimento do gelo

• Resfriamento do gelo

–40

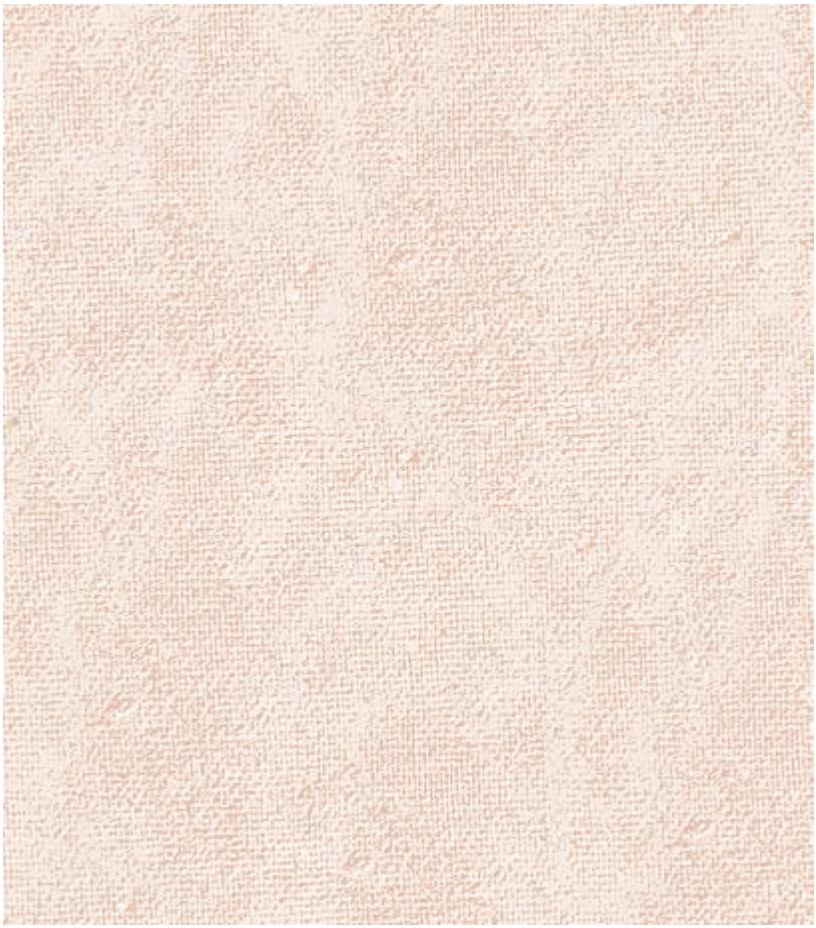
–40

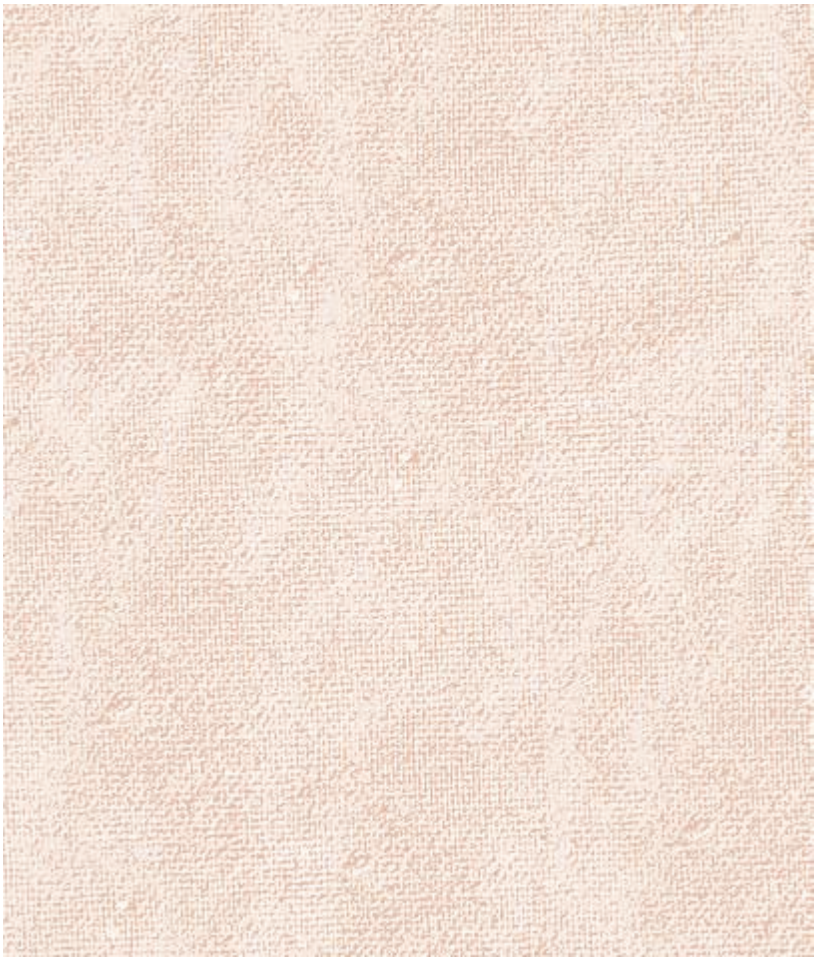
19

•

•

•





3 Ponto de fusão (PF) e ponto de ebulição (PE)

Durante o aquecimento, figura A, a água sofre fusão a 0 ˚C. Durante o resfriamento, figura B, ela sofre solidificação também a 0 ˚C.

Vamos generalizar dizendo que:

O ponto de fusão de uma substância é a temperatura em que ela sofre fusão (durante o aquecimento) ou solidificação (durante o resfriamento).

Novamente, comparando as figuras A e B, percebemos que a água entra em ebulição e sofre condensação à mesma temperatura, 100 ˚C. Assim:

O ponto de ebulição de uma substância é a temperatura em que ela sofre ebulição (durante o aquecimento) ou condensação (durante o resfriamento).

O ponto de ebulição das substâncias pode variar bastante, dependendo da pressão atmosférica do local em que a experiência é feita. A pressão atmosférica, por sua vez, varia sensivelmente com a altitude do local. vamos deixar subentendido, de agora em diante, que todos os dados relativos à ebulição referem-se à pressão atmosférica ao nível do mar.

o de 1998.eir

Curva de aquecimento da água pura passo a passo

Temperatura (°C)

Início da

Fim da

Início da

Fim da

fusão.

fusão.

ebulição.

ebulição.

Só existe

Só existe

Só existe

Só existe

água

água

água

vapor de

sólida a

líquida a

líquida a

água a

0 ˚C.

0 ˚C.

100 ˚C.

100 ˚C.

Água + vapor

PE = 100 ˚C

Vapor

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Trecho de

de água

ebulição

odução pr

Gelo + água

PF = 0 ˚C

Água

Repr

líquida

Trecho de

fusão

Gelo

Neste trecho

Nele

Neste

Nele

Neste trecho

só existe

coexistem

trecho só

coexistem

só existe

água sólida

sólido e

existe água

líquido e

vapor de

e a

líquido e a

líquida e a

vapor em

água e

temperatura

temperatura

temperatura

temperatura

a temperatura

COC

está

permanece

está sendo

constante

está sendo

E S

aumentando.

constante (0 °C).

aumentada.

(100 °C).

aumentada.

nOSl

Tempo (min)

Dia

4 Previsões a partir dos valores de PF e PE

Saber os valores do ponto de fusão e do ponto de ebulição de uma substância significa poder prever se, em determinada temperatura, a substância estará sólida, líquida ou gasosa.

O esquema a seguir exemplifica previsões desse tipo usando como exemplo as substâncias água, etanol e naftaleno, cujos pontos de fusão e de ebulição aparecem na tabela 1.

20

Substâncias químicas

Capítulo 2

0 ˚C

100 ˚C

Água

Sólido

Líquido

Gasoso

–114 ˚C

78 ˚C

Etanol

Sólido

Líquido

Gasoso

OC

ECSn

SOil

80 ˚C

218 ˚C

Da

Naftaleno

Sólido

Líquido

Gasoso

Sentido de temperatura crescente

tabela 1 Ponto de fusão (PF) e ponto de ebulição (PE) de algumas substâncias, em graus Celsius (˚C), ao nível do mar Substância

PF

PE

Substância

PF

PE

Substância

PF

PE

o de 1998.

Tungstênio

3.422

5.555

Chumbo

327

1.749

Amônia

278

233

eir

Platina

1.768

3.825

Enxofre

115

445

Metanol

298

65

Ferro

1.538

2.861

Iodo

114

184

Cloro

2102

234

Cobre

1.085

2.562

Naftaleno

80

218

Etanol

2114

78

Ouro

1.064

2.856

Benzeno

6

80

Metano

2182

2162

Prata

962

2.162

Água

0

100

Nitrogênio

2210

2196

Cloreto de sódio

801

1.465

Bromo

27

59

Oxigênio

2219

2183

Alumínio

660

2.519

Mercúrio

239

357

Hidrogênio

2259

2253

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Fonte: LIDE, D. R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 3-4ss e 4-39ss.

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. Quando você sai de uma piscina e se expõe ao sol, sua pele fica seca depois de algum tempo.

É correto dizer que a água:

a) vaporizou?

c) entrou em ebulição?

b) evaporou?

d) ferveu?

2. Às vezes, nos dias frios ou chuvosos, o lado interno dos vidros dos carros, em que há alguém, fica embaçado. Por que isso acontece?

3. Em alguns automóveis há, no vidro traseiro, filamentos (fios finos) que servem como desem-baçadores. Ao apertar um botão no painel, o motorista faz esses filamentos se aquecerem e, por causa disso, o vidro é desembaçado.

Proponha uma explicação para o fato de os filamentos aquecidos desembaçarem o vidro.

4. Uma churrasqueira é feita de ferro. Sabendo que o ponto de fusão do ferro é 1.538 °C, o que você pode afirmar sobre a temperatura do carvão em brasa que está na churrasqueira, durante o preparo do churrasco? Explique.

21

5. Um termômetro de mercúrio só funciona adequadamente se o mercúrio contido em seu interior estiver líquido.

Consultando a tabela 1, que aparece na página anterior, responda: qual é a menor temperatura que podemos medir com um termômetro de mercúrio? Explique o raciocínio que você usou.

6. Dentro das lâmpadas comuns existe um filamento da substância chamada tungstênio. Quando a lâmpada está acesa, esse filamento fica muito quente e, em consequência, emite luz. Uma pessoa afirmou que o filamento atinge a temperatura de 4.000 °C quando a lâmpada está acesa.

Consulte a tabela 1, apresentada na página anterior, e responda: isso pode ser verdade? Justifique.

7. O ponto de fusão do ouro é 1.064 °C e o do rubi é 2.054 °C. Após um incêndio, foram encontrados os restos de um anel feito de ouro e rubi. O ouro estava todo deformado, pois derreteu durante o incêndio, mas o rubi mantinha seu formato original. O que se pode afirmar sobre a temperatura das chamas durante o incêndio? Justifique sua resposta.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

8. (Unicamp-SP) “Colocando-se água bem gelada num

Substância

PF (°C)

PE (°C)

copo de vidro, em pouco tempo este fica molhado

por fora, devido à formação de minúsculas gotas de

I

Clorofórmio

263

61

o de 1998.

água.” Para procurar explicar este fato, propuseram-

eir

II

Éter etílico

2116

34

-se as duas hipóteses seguintes:

a) Se aparece água do lado de fora do copo, então

III

Etanol

2117

78

o vidro não é totalmente impermeável à água.

IV

Fenol

41

182

As moléculas de água atravessando lentamente as

paredes do vidro vão formando minúsculas gotas.

V

Pentano

2130

36

b) Se aparece água do lado de fora do copo, então deve haver vapor-d'água no ar. O vapor-d'água, entrando

a) IV, II e III são sólidos. d) I, II, III e V são gases.

em con tato com as paredes frias do copo, se

b) I, II e V são líquidos. e) IV é gás.

condensa em minúsculas gotas.

c) II e V são vapores.

Qual das duas hipóteses interpreta melhor os fatos?

Como você justifica a escolha?

11. (Unicamp-SP) A figura abaixo representa o ciclo da oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

água na Terra. Nela estão representados processos

9. (Ufes) Dada a tabela a seguir, em relação ao estado naturais que a água sofre em seu ciclo.

físico das substâncias (pressão 1 atm), a alternativa

odução pr

correta é:

Repr

Temperatura de

Temperatura de

3

Substância

fusão (°C)

ebulição (°C)

2

1

I

2218

2183

4

1

OC

II

263

61

ECSn

III

41

182

5

SOilD

IV

801

1.473

a

6

V

1.535

2.885

a) I é sólido a 30 ˚C.

b) II é líquido a 100 ˚C.

c) III é sólido a 25 ˚C.

Com base no desenho, faça o que se pede:

d) IV é líquido a 480 ˚C.

a) Considerando que as nuvens são formadas por

e) V é gasoso a 2.400 °C.

minúsculas gotículas de água, que mudança(s)

de estado físico ocorre(m) no processo 1?

10. (UFMG) Analise a tabela a seguir. Com relação ao

b) Cite pelo menos um desses processos (de 1 a 6) que, estado físico (sólido, líquido, gasoso) das substâncias

apesar de ser de pequena intensidade, ocorre no

da tabela quando se encontram em um ambiente a

sul do Brasil. Qual o nome da mudança de estado

40 °C e na pressão de 1 atm, a alternativa verdadeira é:

físico envolvida nesse processo?

22

Substâncias químicas

Capítulo 2

5 Matéria

A mesa, a cadeira, as nossas roupas e o nosso organismo são

exemplos de matéria. Todos os seres e objetos que fazem parte do nosso mundo são feitos de matéria.

matéria é tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço.

5.1 Massa e unidades para expressá-la

A massa de um corpo é uma grandeza (grandeza é tudo aquilo que podemos medir) associada à inércia desse corpo, ou seja, quanto maior a massa de um corpo, maior é a dificuldade de colocar esse corpo em movimento ou de, uma vez estando em movimento, fazê-lo parar. Trabalhar essa interpretação da massa associada ao conceito de inércia é algo que deixamos para o curso de Física. Vamos, numa abordagem simplificada (e igualmente correta), considerar a massa uma propriedade dos objetos que pode ser determinada com o uso de uma balança de dois pratos, como a que aparece nos desenhos a seguir.

O primeiro passo para determinar a massa de objetos é a escolha de um padrão. O padrão de massa mais conhecido e utilizado é o quilograma, simbolizado por kg.

1 kg

1 kg

o de 1998.

Dizer que um objeto possui massa de 1 kg (um quilograma) significa dizer que, ao colocá-lo num eir

dos pratos da balança, o equilíbrio será estabelecido colocando-se no outro prato o objeto padrão de massa 1 kg. Um objeto possui massa de 2 kg (dois quilogramas) quando, colocado num dos pratos da balança, o equilíbrio é atingido com 2 objetos de massa 1 kg no outro prato. E assim por diante.

COCE SnO

1 kg

SlDi

: a

1 kg

1 kg

2 kg

1 kg

SE

çõarTS

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ilu

odução pr

A tonelada e o grama são, respectivamente, múltiplo e submúltiplo importantes do quilo-Repr

grama. A tonelada (t) equivale a mil quilogramas:

1 kg 1 tonelada 1 t 1.000 kg

2 kg

1 kg

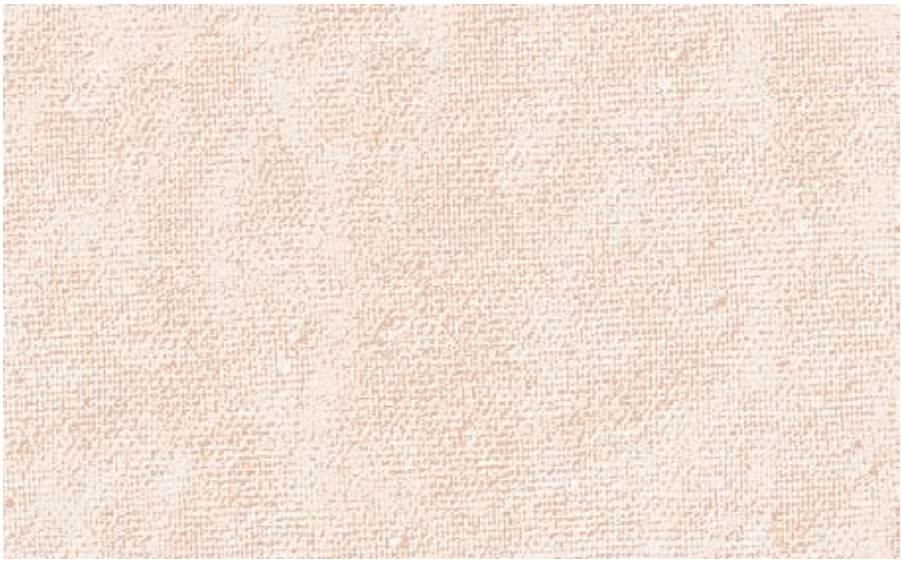
O grama (g) é a milésima parte do quilograma (1 g 0,001 kg) ou, de modo equivalente, o quilograma equivale a mil gramas (1 kg 1.000 g):

1 grama 1 g 0,001 kg

5.2 Volume e unidades para expressá-lo

Ocupar lugar no espaço é uma característica da matéria associada à grandeza denominada volume. Em outras palavras, o volume de uma porção de matéria expressa o quanto de espaço é ocupado por ela.

Unidades de volume importantes são o decímetro cúbico (dm3), o litro (L), o centímetro cúbico (cm3), o mililitro (mL) e o metro cúbico (m3).



O decímetro cúbico e o litro

O decímetro cúbico (dm3) é o volume de um cubo cuja aresta mede 1 dm (um decímetro), ou seja, 10 cm. Essa unidade é equivalente ao litro (L).

1 dm3 1 L

O centímetro cúbico e o mililitro

O centímetro cúbico (cm3) é o volume de um cubo cuja aresta tem a medida de 1 cm.

O desenho A ilustra um decímetro cúbico. A régua foi ilustrada ao lado do cubo para evi-denciar que a medida de sua aresta é 10 cm. Como pode-se perceber pela figura, o decímetro cúbico corresponde a mil centímetros cúbicos (1 dm3 1.000 cm3).

A

cm

0123456789

Cubo de

COCE

1 cm

1 cm3

Sn

(ou 1 mL)

OSlDia

10

Cubo de 1 dm3 (ou 1 L)

o de 1998.eir

A unidade de volume mililitro (mL) é definida como a milésima parte do litro. Como consequência dessa definição, um litro corresponde a mil mililitros (1 L 1.000 mL).

E já que um decímetro cúbico equivale a um litro, podemos afirmar que: 1 dm3 1 L 1.000 cm3 1.000 mL

Assim, decorre que:

1 cm3 1 mL

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O metro cúbico

odução pr

Repr

O metro cúbico é o volume de um cubo de aresta 1 m. Trata-se, portanto, de uma unidade de volume maior que as anteriores. A ilustração B permite visualizar que um metro cúbico corresponde a mil decímetros cúbicos.

Assim, temos:

1 m3 1.000 dm3 1.000 L

B

Cubo de

Aplique o que você aprendeu

1 dm3 10 cm

(ou 1 L)

Após ter estudado as principais unidades

de volume, procure avaliar o volume de reci-

pientes tais como xícaras, copos, jarras, caixas

COCE

de papelão, tanques de roupa, baldes, máqui-

SnO

nas de lavar roupa, piscinas, banheiras etc.

SlDi

1 m

a

Em cada caso, procure utilizar a unidade

de volume mais adequada para expressar o

volume.

Cubo de 1 m3

24

-
-
-

Substâncias químicas

Capítulo 2

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

farmacêutica produz um comprimido em que são colocados 500 mg da substância que atua como

12. Um frasco de iogurte informa que contém 320 g medicamento. Quantos comprimidos podem ser do produto. A quanto equivale essa massa, em produzidos usando 50 kg dessa substância? quilograma?

Exercício Resolvido

Resolução

Uma maneira de realizar a conversão de unidades

17. Quantos litros de água cabem em uma caixa-

de massa é por meio de uma regra de três.

-d'água com capacidade para 2,5 m3?

No caso da conversão pedida, de grama para

Resolução

quilograma, podemos montar a regra de três da

A conversão de unidades de volume também pode

seguinte maneira:

ser feita por meio de regra de três. No caso da con-

Massa em gramas

Massa em quilogramas

versão pedida, de metros cúbicos para litros, pode-

1.000 g

1 kg

mos montar a regra de três da seguinte maneira:

320 g

x

Volume em

Volume em litros

metros cúbicos

Essa montagem pode ser lida como “mil gramas

1 m3

1.000 L

equivalem a um quilograma, assim como trezentos

2,5 m3

x

e vinte gramas equivalem a *x*”.

Efetuando a regra de três, chegamos ao valor de *x*:

Essa montagem pode ser lida como “um metro

o de 1998.eir

320 g

cúbico equivale a mil litros, assim como dois e

? 1 kg

***x* 5**

_____

1.000 g V

***x* 5 0,320 kg**

meio metros cúbicos equivalem a *x*”.

Efetuando a regra de três, chegamos ao valor de *x*:

Portanto, a massa de 320 g equivale a 0,320 kg.

2,5 m3

? 1.000 L

***x* 5**

_____

1 m3

V

***x* 5 2.500 L**

13. Qual é a massa, em gramas, de um bebê de 4,756 kg?

Assim, 2,5 m3 equivalem a 2.500 L.

14. Um pacote com 500 folhas de papel tem massa de

2,5 kg. Admitindo que a massa das folhas seja igual,

18. O rótulo de uma garrafa de água mineral informa: qual é a massa, em gramas, de cada uma delas?

“contém 1,5 litro”. A quantos mililitros equivale esse

15. Durante um mês, um elefante jovem, em crescimento, volume?

sofreu um aumento de massa de 0,179 t. A quantos

19. Quantas xícaras de capacidade 50 mL podem ser

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

quilogramas corresponde esse aumento de massa?

preenchidas com um litro de chá preparado?

odução pr

16. O miligrama (mg) é um submúltiplo do grama usa-

20. Um caminhão-pipa transporta 30 m3 de água. Esse Repr

do para expressar pequenas massas: um miligrama

volume de água permite encher quantas caixas-

equivale à milésima parte do grama. Uma indústria

-d’água de 500 L?

6 Densidade

6.1 Conceituação de densidade

Em palavras: A densidade de um objeto ou de uma amostra de certo O

material ou substância é o resultado da divisão da sua

n

massa pelo seu volume.

i/KiZnanE va

Em equação: densidade 5 massa

_____

volume ou d

5 m

–

V

iar

A unidade da densidade é composta por uma unidade de massa

Compare a densidade do milho de pipoca

dividida por uma unidade de volume. Assim, podemos expressá-la, por com a da pipoca pronta. Qual dos dois é

exemplo, em g/cm3, g/L, kg/L etc.

mais denso? Como você concluiu?

25

6.2 Densidade e fl utuação

Cortiça

0,32 g/cm3

Comparando os valores de densidades:

COCE

d

S

água 1 g/cm3, dcortiça 0,32 g/cm3, dchumbo 11,3 g/cm3

n

Água

OSl

concluímos que:

1,00 g/cm3

Dia

dcortiça < dágua < dchumbo

Chumbo

A cortiça flutua na água porque é menos densa que ela e o chumbo 11,3 g/cm3

afunda porque é mais denso que esse líquido.

A comparação entre as densidades permite prever se um corpo irá afundar ou flutuar em um certo líquido. Imagine, por exemplo, que uma bolinha de gude (d 2,7 g/cm3) e um pedaço de isopor (d 0,03 g/cm3) sejam colocados num frasco com azeite de oliva (d 0,92 g/cm3). O que se pode prever?

O pedaço de isopor, menos denso que o azeite, irá flutuar nele. E a bolinha de gude, mais densa que ele, irá afundar.

6.3 Alguns fatores que afetam a densidade

iD/C

A densidade depende, em primeiro lugar, do material considerado.

arT

Alguns valores de densidade aparecem na tabela 2.

iESl

Ta

o de 1998.

na

eir

Em segundo lugar, a densidade de um mesmo material depende da S

temperatura. Um aquecimento, por exemplo, provoca a dilatação do ma-ODra

terial (aumento de volume), e isso interfere no valor da densidade.

u

ED

No caso de gases, cujo volume é muito sensível a variações de pressão, a densidade, além de depender da temperatura, depende também da pressão.

Mudanças de estado físico provocam mudanças na densidade de

uma substância. A água líquida, por exemplo, tem densidade 1 g/cm3, e a água sólida (gelo) tem densidade 0,92 g/cm3. Isso permite entender por que o gelo flutua na água.

Nesta foto, há seis materiais com den si da-

des dife ren tes. Os líqui dos são gaso li na (em

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cima), água (no meio) e mer cú rio (no fundo).

tabela 2 Densidade de algumas substâncias e de alguns materiais
A cor ti ça fl u tua na gaso li na. Um peda ço de

odução pr

Densidade

Densidade

madei ra afun da na gaso li na, mas fl u tua na

Substância

material

água. E o latão afun da na água, mas fl u tua

Repr

(g/cm3) a 25 °C

(g/cm3) a 25 °C

no m er cú rio.

Ósmio

22,6

Madeira balsa

0,11 a 0,14

COC

Platina

21,5

Bambu

0,31 a 0,4

E SnO

Ouro

19,3

Couro seco

0,86

SlDi

Mercúrio

13,5

Manteiga

0,86 a 0,87

: aSE

Chumbo

11,3

Borracha

0,91 a 1,25

ção

Mercúrio

Gasolina

rT

Prata

10,5

Ébano

1,11 a 1,33

S

ilu

Cobre

8,96

Gelatina

1,27

TÓXICO

LÍQUIDO

Ferro

7,87

Osso

1,7 a 2,0

INFLAMÁVEL

Iodo

4,93

Giz

1,9 a 2,8

• AtEnção

Alumínio

2,70

Areia

2,14 a 2,36

O experimento cujo resultado é

Cloreto de sódio

2,17

Porcelana

2,3 a 2,5

retratado na foto acima NÃO deve

Enxofre

2,07

Bola de gude

2,6 a 2,84

ser feito pelo estudante.

Água

1,00

Quartzo

2,65

O mercúrio, cujos vapores são facil-

mente absorvidos, é um metal tóxico e

Sódio

0,97

Granito

2,64 a 2,76

tem efeito cumulativo no organismo.

Lítio

0,53

Diamante

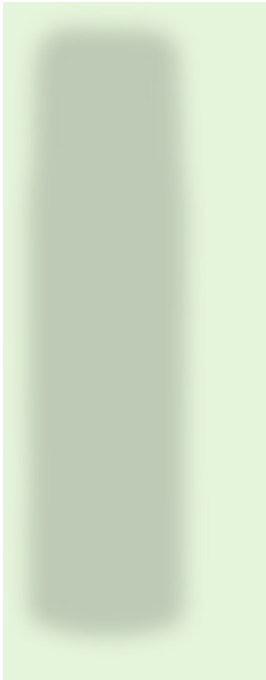
3,51

A gasolina desprende vapores tóxicos e

é infl amável, oferecendo risco de incêndio,

Fonte: LIDE, D. R. (ED.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, queimaduras e explosão.

2003. p. 4-39ss e 15-32.

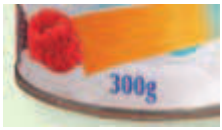


NTILLY
PRAY

NTILLY
PRAY

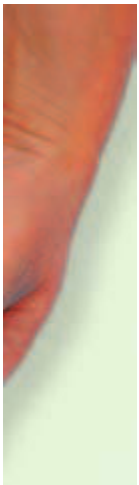
POST

eme
de Leite


300g

1Kg Ouro

Puro- 999.9



300g

Substâncias químicas

Capítulo 2

CASOS INTERESSANTES ENVOLVENDO DENSIDADE

O clorofórmio (d 1,4 g/cm3) é vendido, em lojas

São comer cializados por massa ou por volume?

de produtos químicos, por massa; já o éter comum

Por quê?

(d 0,8 g/cm3) é vendido por volume.

Outro caso interessante relacionado ao conceito

Se ambos são líquidos, por que um é vendido por

de densidade é o da facilidade com que uma pes-

massa e o outro por volume?

soa flutua no Mar Morto. Veja a foto e a legenda

Sendo a densidade da água igual a 1,0 g/cm3,

abaixo.

isso significa que cada 1,0 g de água ocupa um

Ao bater creme de leite em uma batedeira este

volume de 1,0 cm3, ou cada 1,0 kg de água ocupa

se transforma em *chantilly*. Nesse processo, ar é

um volume de 1,0 litro. Utilizando esse raciocínio,

incorporado ao creme de leite, causando um au-

cada 1,0 litro de clorofórmio possui uma massa

mento de volume. A massa antes (creme de leite)

de 1,4 kg; já 1,0 litro de éter possui uma massa de

e depois (*chantilly*) é praticamente a mesma, pois

0,8 kg. Líquidos mais densos que a água costu-

somente ar foi acrescentado.

mam ser vendidos por massa; os menos densos

Assim, o creme de leite, por ter mais massa em um

costumam ser vendidos por volume.

certo volume (mais denso), é vendido por massa; já

Agora reflita sobre o caso dos sorvetes de massa

o *chantilly*, com menos massa em um certo volume

industrializados e vendidos em potes de plástico.

(menos denso), é vendido por volume.

o de 1998.eir

S

GEAM IYT

Uma pessoa fl utua sem

T

esforço nas águas do Mar Morto.

-GEEN

Lá, para cada litro de água do

TO

mar, existem cerca de 360 g de

/SN

sais dissolvidos, enquanto no

TOT

litoral do Brasil, por exemplo,

SIH

para cada litro de água do mar,

HUG

existem cerca de 37 g de sais

dissolvidos.

ID

ID

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

/C

/C

CK

A

A

R

R

T

T

IES

IES

odução pr

L

L

-KEYSTO

TA

TA

Repr

/AGE

N

N

A

A

M

S

S

SG

O

O

D

D

R

R

A

A

U

U

ED

ED

ID

□

/CART

IESL

TANA SODRA

□ **Creme de leite é vendido por massa.**

U

ED

□ ***Chantilly*** **é vendido por volume.**

□ **Au (d □ 19,3 g/cm3); 1 L de Au tem massa 19,3 kg.**

 Qual seria o grande erro dessa foto?

27

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

22. Um caminhão transporta 5 t de uma variedade de

madeira cuja densidade é 0,7 g/cm3. Qual o volume

21. Um bloco de metal tem volume de 200 mL e massa

da madeira que está sendo transportada, expresso

de 1.792 g.

em:

a) Qual a densidade desse metal, expressa em

a) litros?

b) metros cúbicos?

g/cm3 ?

b) Qual o volume de uma amostra de 1 kg desse

23. Um estudante desejava medir o volume de um parametal?

fuso grande. Para isso, colocou água numa proveta

(cilindro com graduação de volume) e determinou o

Resolução

volume da água colocada. A seguir, jogou o parafuso

a) Podemos determinar a densidade dividindo a

dentro da proveta e determinou novamente o volume.

massa (1.792 g) pelo volume (200 mL, ou seja,

Os desenhos abaixo ilustram o que ele observou.

200 cm3):

1.792 g

d 5 m

—

V V d 5

———

200 cm3 V d 5 8,96 g/cm3

mL

mL

b) Conhecida a densidade, que expressa a relação

O

Antes

C

100

100

Depois

EC

90

90

de proporcionalidade entre massa e volume para

S

80

80

n

70

70

certo material numa dada temperatura, podemos

SO

60

60

ilD

o de 1998.

50

50

utilizá-la para determinar o volume de uma amos-

a

eir

40

40

A escala está

tra de 1 kg (1.000 g):

30

30

20

em mililitros

20

1.000 g

10

10

(mL)

d 5 m

—

V V d 5 8,96 g/cm3 5

———

V

V

1.000 g

a) Qual é o volume do parafuso?

V V 5

———

g V V 5 111,6 cm3

b)

8,96

—

Sabendo que a massa do parafuso é 157,4 g, de-

cm3

termine a densidade do material de que ele é feito,

em g/cm3.

Exercícios adicionais

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

odução pr

Repr

24. (UFPE) Para identificar três líquidos — de densidades

d) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresen-0,8, 1,0 e 1,2 — o analista dispõe de uma pequena bola

tam densidades 1,2, 1,0 e 0,8.

de densidade 1,0. Conforme a posição das bolas apre-

e) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresen-sentadas no desenho abaixo, podemos afirmar que:

tam densidades 1,0, 1,2 e 0,8.

O

25. (FMTM-MG) Considere as substâncias e suas respec-C

ECS

tivas densidades à temperatura ambiente:

n

SOilD

Substância

Densidade (g/mL)

: a

ESõ

Ácido sulfúrico

1,8410

açr

ST

Tolueno

0,8669

ilu

1

2

3

Acetona

0,7899

a) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresen-Há maior massa em um litro de:

tam densidades 0,8, 1,0 e 1,2.

a) ácido sulfúrico que em dois litros de tolueno.

b) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresen-

b) tolueno que em dois litros de acetona.

tam densidades 1,2, 0,8 e 1,0.

c) acetona que em dois litros de tolueno.

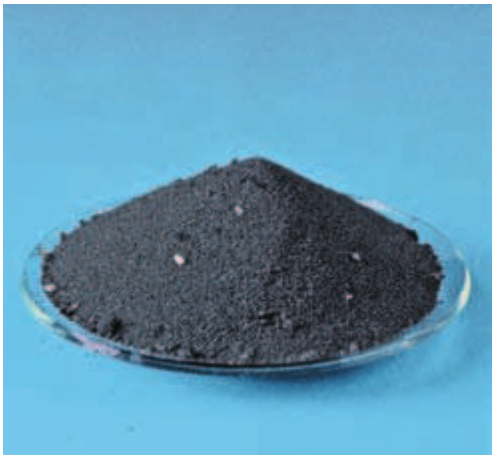
c) os líquidos contidos nas provetas 1, 2 e 3 apresen-

d) ácido sulfúrico que em três litros de acetona.

tam densidades 1,0, 0,8 e 1,2.

e) tolueno que em dois litros de ácido sulfúrico.

28



Substâncias químicas

Capítulo 2

26. (UFPI-modificado) Em uma cena de um filme, um

Massa (g)

indivíduo corre carregando uma maleta tipo 007

Água

A

(volume de 20 dm3) cheia de barras de um certo me-

5

B

tal. Considerando que um adulto de massa média

4

O

(70 kg) pode deslocar, com uma certa velocidade,

C

EC

no máximo o equivalente à sua própria massa, in-

3

Sn

dique qual o metal contido na maleta, observando

SO

2

ilD

os dados da tabela a seguir.

a

1

Densidade em g/cm3

0

Alumínio

2,7

1

2

3

4

5

6

Volume (cm3)

Zinco

7,1

Considerando os dados do gráfico e os de solubili-

dade fornecidos, uma mistura dos três líquidos num

Prata

10,5

recipiente apresentará o seguinte aspecto:

Chumbo

11,4

a)

d)

***B B* + água**

+ água

Ouro

19,3

A

A* + + *B

***B* + água**

+ água

AA

OC

(Dado: 1 dm3 □ 1 L □ 1.000 cm3.)

ECS

a) Alumínio.

d) Chumbo.

b)

n

e)

SO

b) Zinco.

e) Ouro.

il

Água

Água

Água

Água

D

B B

: a

c) Prata.

AA **+**

+ ***B B***

ES

AA

õ

o de 1998.

açr

eir

27. (Fatec-SP) No gráfico que se segue, foram projetados ST

dados de massa e volume para três líquidos: *A*, *B* e água.

c)

ilu

AA

Sabe-se que o líquido *A* é insolúvel tanto em *B* quanto *B B* + água

+ água

em água, e que o líquido *B* é solúvel em água.

Uma substância é uma porção de matéria que tem propriedades bem definidas e que lhe são características.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Dentre essas propriedades, estão o ponto de fusão, o ponto de ebulição, a densidade, o fato Repr

de ser inflamável ou não, a cor, o odor etc. Duas substâncias diferentes podem, eventualmente, possuir algumas propriedades iguais, mas nunca todas elas. Caso aconteça de todas as propriedades de duas substâncias serem iguais, então elas são, na verdade, a mesma substância.

Nas fotografias a seguir, são mostrados exemplos de substâncias — água, enxofre, ferro e cloreto de sódio (componente principal do sal de cozinha) — e, nas legendas, são mencionadas algumas de suas propriedades.

iD

iD

iD

iD

/C

/C

/C

/C

ra

ra

ra

ra

T

T

T

T

ES

ES

ES

ES

li

li

li

li

Ta

Ta

Ta

Ta

an

an

an

an

O S

O S

O S

O S

D

D

D

D

r

r

r

r

ua

ua

ua

ua

ED

ED

ED

ED

□ A substância água, líquido

□ A substância enxofre, sólido

□ A substância ferro, sólido cinza-

□ A substância cloreto de sódio,

incolor com PF □ 0 ˚C,

amarelo com PF □ 115 ˚C,

-metálico com PF □ 1.538 ˚C,

sólido branco com PF □ 801 ˚C,

PE □ 100 ˚C, d □ 1,00 g/cm3.

PE 445 °C, d 2,07 g/cm3.

PE 2.861 °C, d 7,87 g/cm3.

PE 1.465 °C, d 2,17 g/cm3.

29

8 Substâncias puras 3 misturas

A água possui densidade 1,00 g/cm3 e o cloreto de sódio, 2,17 g/cm3. Ao acrescentar cloreto de sódio à água e mexer, obtém-se uma mistura cuja densidade é diferente da dos dois componentes isolados. Analise a tabela 3, abaixo, que ajuda a esclarecer esse ponto.

tabela 3 Densidade de algumas misturas de água e cloreto de sódio Porcentagem de sal na

Densidade (g/cm3)

Porcentagem de sal na

Densidade (g/cm3)

massa total da mistura

a 20 °C

massa total da mistura

a 20 °C

1

1,005

14

1,101

2

1,013

16

1,116

4

1,027

18

1,132

6

1,041

20

1,148

8

1,056

22

1,164

10

1,071

24

1,184

12

1,086

26

1,197

Fonte: FURNISS, B. S. et al. *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*. 4. ed. Londres: Longman, 1987. p. 1.312.

o de 1998.eir

Como se pode perceber, qualquer mistura de água e cloreto de sódio possui uma densidade tal que não lhe permite ser classificada nem como água nem como sal.

Verifica-se experimentalmente que uma mistura de água e cloreto de sódio, colocada num congelador, não congela a 0 °C. Essa mistura inicia seu congelamento abaixo de 0 °C (o valor exato depende do teor de sal) e a temperatura não permanece constante durante o congelamento, mas diminui gradualmente.

Quando aquecida, verifica-se que essa mistura não entra em ebulição a 100 °C. Ela começa a ferver acima de 100 °C (o valor exato depende do teor de sal) e a temperatura não permanece constante durante a ebulição, mas aumenta progressivamente.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Perceba, portanto, que uma mistura de água e cloreto de sódio possui propriedades que não são características da água nem do sal.

odução pr

Agora podemos estabelecer uma importante diferença entre substância pura e mistura.

Repr

Uma substância pura, como o próprio nome diz, está pura, ou seja, não está misturada com outra substância ou com outras substâncias. Em geral, quando um químico refere-

-se, por exemplo, à substância água ele está deixando subentendido que se refere à substância pura água.

Já uma mistura é uma porção de matéria que corresponde à adição de duas ou mais substâncias puras. A partir do momento em que elas são adicionadas, deixam obviamente de ser consideradas substâncias puras. Elas passam a ser as substâncias

componentes da mistura.

8.1 Misturas heterogêneas e misturas homogêneas

Uma mistura heterogênea é uma mistura que não possui as mesmas propriedades em toda a sua extensão.

30

Substâncias químicas

Capítulo 2

Uma mistura homogênea é uma mistura que tem as mesmas propriedades em todos os seus pontos.

A

B

C

iD

iD

iD

/C

/C

/C

a

a

a

r

r

r

T

T

T

iES

iES

iES

l

l

l

Ta

Ta

Ta

n

n

n

a

a

a

S

S

S

O

O

O

D

D

D

r

r

r

a

a

a

u

u

u

ED

ED

ED

Mistura (heterogênea) de pó

Mistura (homogênea) de água

Mistura (heterogênea) de água

de enxofre e pó de ferro.

e açúcar.

e óleo.

8.2 Número de fases de uma mistura

Podemos definir fase como uma porção de uma amostra de matéria que apresenta as mesmas propriedades. Uma fase pode apresentar-se contínua ou fragmentada em o de 1998.eir

várias partes.

Para deixar isso mais claro, considere o caso da mistura de óleo e água da foto C mostrada anteriormente. Trata-se de uma mistura heterogênea, na qual uma fase é óleo e a outra fase é água. Nesse exemplo, ambas as fases são contínuas.

Na mistura de ferro e enxofre (foto A), os grãozinhos de ferro constituem uma fase, e os grãozinhos de enxofre constituem outra fase. Diferentemente da mistura de água e óleo, nesse caso cada fase apresenta-se fragmentada em muitas partes.

Numa mistura de água e açúcar, foto B, que é homogênea, existe uma só fase. Isso pode ser generalizado para todas as misturas homogêneas. Já que elas apresentam as mesmas propriedades oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

em todos os seus pontos, são constituídas necessariamente por uma única fase.

odução pr

Uma mistura homogênea apresenta uma só fase e uma mistura heterogênea Repr

apresenta duas ou mais fases.

AS SolUçÕES E o CotIDIAno

Solução é o nome dado pelos químicos para qual-

a substância tem de misturar-se a outra, originando

quer mistura homogênea.

uma solução. Numa frase como “a água dissolve o

Quando você coloca um pouco de açúcar na água e

açúcar" temos um exemplo desse tipo de uso.

mexe até obter uma só fase, está fazendo uma solução.

Quando uma substância é capaz de dissolver ou-

O mesmo acontece se você adicionar um pouquinho

tra, costumamos chamá-la solvente. Assim, a água

de sal à água e misturar bem.

é um solvente para o açúcar, para o sal, para o álcool

Em Química o verbo dissolver pode ser empregado

e para várias outras substâncias.

de duas maneiras.

A substância que é dissolvida num solvente, a fim

Podemos usá-lo para nos referirmos ao ato praticado

de fazer uma solução, é denominada soluto.

por uma pessoa ao fazer uma solução. Uma frase como

Se uma solução é preparada com o solvente água,

"eu dissolvi o açúcar em água" exemplifica esse uso.

dizemos que é uma solução aquosa. Ao dissolver açúcar Outro modo de usar o verbo dissolver é aplicá-lo a

em água, por exemplo, obtemos uma solução aquosa de

uma substância, a fim de expressar a propriedade que

açúcar, na qual a água é o solvente e o açúcar é o soluto.

São inúmeras as soluções presentes em nosso cotidiano, princi-A água

palmente as soluções aquosas. Entre os exemplos destas últimas, CO

mineral é

CE

temos os sucos de frutas, os refrigerantes (desconsi derando as um exemplo

SnO

bolhas de gás eventualmente presentes), a saliva, o plasma san- de solução

SlDi

guíneo, a urina, a água da chuva e até mesmo a água potável.

aquosa na

a

qual há

Observe atentamente os rótulos de garrafas de água mine-

vários solutos

ral e de outros produtos. Você perceberá que eles costumam

presentes.

informar quais os componentes da solução aquosa e quais as

Composição química (miligramas por litro)

concentrações de cada um.

Embora a maior parte das soluções esteja no estado líquido,

Sulfato de bário 0,51

existem também soluções gasosas e soluções sólidas.

Sulfato de estrôncio 0,21

Sulfato de cálcio 2,53

O ar atmosférico, convenientemente filtrado para eli-

Bicarbonato de cálcio 59,86

minar partículas nele dispersas, é um exemplo de solução

Bicarbonato de magnésio 34,66

gasosa, na qual predominam o gás nitrogênio (cerca de
Bicarbonato de potássio 5,63

78%) e o gás oxigênio (cerca de 21%).

Bicarbonato de sódio 9,73

Entre as soluções sólidas, podemos destacar o ouro usado pe-

Nitrato de sódio 6,51

los joalheiros (mistura de ouro e cobre em proporção adequada)
Cloreto de sódio 6,53

e o latão (mistura de cobre e zinco em proporção adequada).

8.3 Número de fases de uma substância pura

o de 1998.eir

Considere um frasco contendo apenas água líquida. O conteúdo desse frasco possui as mesmas proprie dades em todos os seus pontos e, portanto, existe apenas uma fase presente.

Agora imagine que a esse frasco seja adicionada uma pedra de gelo. Dentro do frasco conti-nuará havendo apenas uma

substância pura: a substância água. Só que ela está em dois estados físicos distintos (isso antes de o gelo derreter totalmente). Dentro do frasco existirão duas fases distintas: a fase líquida e a fase sólida. Essas fases diferem em pelo menos uma de suas propriedades, a densidade (a da água líquida é 1,0 g/cm3 e a do gelo é 0,92 g/cm3).

Numa amostra de substância pura, em que ela esteja em diferentes estados físicos, haverá mais de uma fase. E cada estado físico presente corresponderá a uma fase.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

8.4 Conceituação de sistema

Repr

Sistema é uma porção de matéria escolhida para ser estudada.

Consideremos, como sistemas a serem estudados, o conteúdo dos frascos esquematizados abaixo, que denominaremos de A a H.

COCE SnOSl

Água pura

Água + sal dissolvido

Álcool de farmácia

Ar atmosférico

Di

(álcool + água)

: aSE

çõ

arTS

ilu

Água + gelo

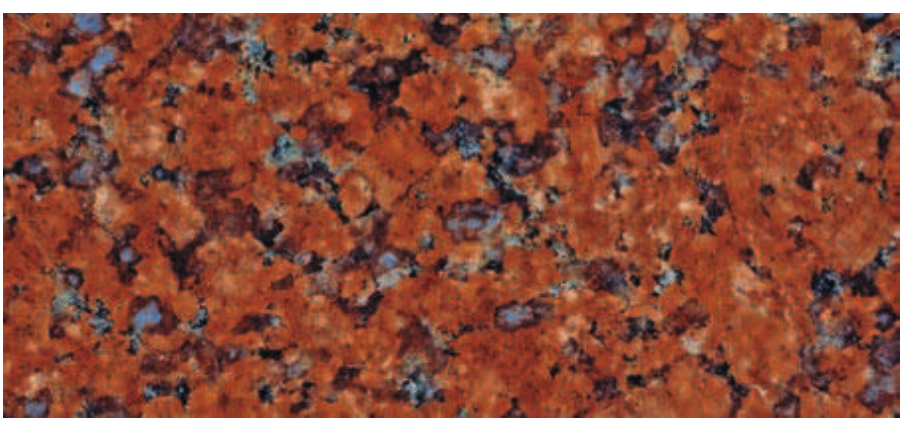
Óleo + água

Água + areia

Areia + sal

A investigação expe ri men tal desses sis te mas per mi te determinar que A, B, C e D apresen ta m propriedades uni for mes em todos os seus pon tos, ou seja, possuem uma única fase. Tais sistemas s ão d eno mi na dos homo gê neos.

32



Substâncias químicas

Capítulo 2

Os sistemas E, F, G e H, por sua vez, apresentam mais de uma fase e são, por isso, denominados heterogêneos.

Homogênea

(solução)

Mistura

pode ser

Heterogênea

Amostra de matéria

(sistema)

pode ser

Quando se encontrar

assim classificada

Homogênea

em apenas um

estado físico

Substância pura pode ser

Quando se encontrar

assim classificada

Heterogênea

em mais de um

estado físico

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

30. O número de componentes de um sistema é sempre

o de 1998.eir

igual ao número de fases?

28. Um sistema é formado por uma “pedra” de gelo,

Dê exemplos que sustentem sua resposta.

água no estado líquido, sal dissolvido na água e

três bolinhas da substância chamada polietileno

31. O granito, mostrado em tamanho natural abaixo, é uma (um plástico menos denso que a água).

rocha na qual existem três fases sólidas. Uma delas,

a) Quantas fases há nesse sistema?

geralmente esbranquiçada, é formada pela subs tância

b) Quantos componentes formam esse sistema (isto

quartzo. Outra, cinzenta ou bege, é formada pela subs-

é, quantas substâncias químicas diferentes há

tância feldspato. E uma terceira fase, geralmente preta,

nele)?

é constituída pela substância mica.

Resolução

a) O sistema pode ser esquematizado como aparece

ESGa

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

abaixo, sendo que nele existem 3 fases:

imY

• gelo

TT

/GE

odução pr

• água no estado líquido com sal dissolvido

iSCD

Repr

• polietileno

TO

Polietileno

OhP

OC

ECS

a) O granito é uma substância ou uma mistura?

Gelo

n

SO

Justifique.

Água líquida

ilDa

b) O granito é uma solução? Por quê?

com sal

dissolvido

32. Imagine um sistema formado por gelo, água líquida,

b) As diferentes substâncias existentes no sistema

um pedaço de granito, sal e açúcar. O sal e o açúcar

são:

estão ambos dissolvidos na água.

• água (nos estados sólido e líquido)

a) Quantas fases há nesse sistema?

• sal

• polietileno

b) Quantos componentes formam esse sistema?

Há, portanto, 3 componentes no sistema.

c) Quantos componentes há em cada fase?

d) Qual das fases é uma solução? Qual dos compo-

nentes dessa fase é o solvente?

29. Um sistema é formado por água no estado líquido, dois pedaços de chumbo e açúcar dissolvido na água.

33. Sobre uma solução aquosa de açúcar responda:

a) Quantas fases há nesse sistema?

a) Quantas fases há nela?

b) Quantos componentes há no sistema todo?

b) Qual é o solvente?

c) Quantos componentes há em cada uma das fases?

c) Qual é o soluto?

33

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

34. (FMU/Fiam-Faam/Fisp-SP) Considere as seguintes

37. (UFRGS-RS) Constitui exemplo de sistema bifásico substâncias:

com um componente:

I. H

a) álcool hidratado.

2O (,) – água

b) água com cubos de gelo.

II. Hg (,) – mercúrio

c) água salgada.

III. C12H22O11 (s) – sacarose (açúcar)

d) óleo grafitado.

IV. CO

e) ar liquefeito.

2 (g) – gás carbônico

V. N2 (g) – gás nitrogênio

38. (Uece) "... a mica se misturou mais intimamente com Quando misturadas em quaisquer proporções, sempre

o feldspato e o quartzo para formar a rocha por exce-

formarão um sistema homogêneo:

lência, a pedra mais dura de todas, a que suporta, sem

ser esmagada, os quatro andares terrenos do globo..."

a) somente I e II.

d) somente IV e V.

(do livro *Viagem ao Centro da Terra*, de Júlio Verne).

b) somente I, II e III.

e) todas.

A rocha mencionada pelo autor é:

c) somente III e IV.

a) uma mistura heterogênea – o granito

b) uma substância pura – o calcário

m

Comentário dos autores:

c) uma mistura homogênea – o mármore

Você não depende do conhecimento das fór-

d) uma liga metálica – a pirita

o de 1998.

mulas químicas apresentadas para resolver

eir

esse teste.

39. (UFRGS-RS) Considere as seguintes propriedades de três substâncias líquidas:

35. (UFC-CE) Determine a alternativa

Densidade

Solubilidade

Substâncias

correta. Em um mesmo recipien-

(g/mL a 20 °C)

em água

te foram colocados óleo, gelo e

coc

Hexano

0,659

insolúvel

Óleo

e

água, que se mantêm em equilí-

sn

Gelo

o

Tetracloreto de carbono

1,595

insolúvel

brio conforme a figura ao lado.

sldi

O sistema apresenta:

a

Água

0,998

—

Água

a) três fases e três substâncias.

Misturando-se volumes iguais de hexano, tetracloreto

b) duas fases em estados físicos diferentes.

de carbono e água, será obtido um sistema:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

c) três fases em um único estado físico.

a) monofásico.

b) bifásico, no qual a fase sobrenadante é o hexano.

odução pr

d) duas substâncias equilibradas em três fases.

Repr

e) duas fases e duas substâncias.

c) bifásico, no qual a fase sobrenadante é o tetracloreto de carbono.

36. (Ufes) Observe a representação dos sistemas I, II e

d) trifásico, no qual a fase intermediária é o tetraclo-III e seus componentes. O número de fases em cada

reto de carbono.

um é, respectivamente:

e) bifásico ou trifásico, dependendo da ordem de

I

II

III

colocação das substâncias durante a preparação

co

da mistura.

ce snos

m

Comentário dos autores:

ldi

: a

Tetracloreto de carbono e hexano são miscíveis

se

entre si. E “sobrenadante” é a fase líquida supe-

çõart

rior de um sistema heterogêneo.

s

ilu

Óleo, água e

Água gaseificada

Óleo, gelo, água

gelo

e gelo

salgada e granito

40. Comente as seguintes frases, dizendo se cada uma é correta ou não.

a) 3, 2 e 4

a) “Um sistema que apresente uma só fase é com

b) 3, 3 e 4

certeza formado por uma única substância quí-

c) 2, 2 e 4

mica.”

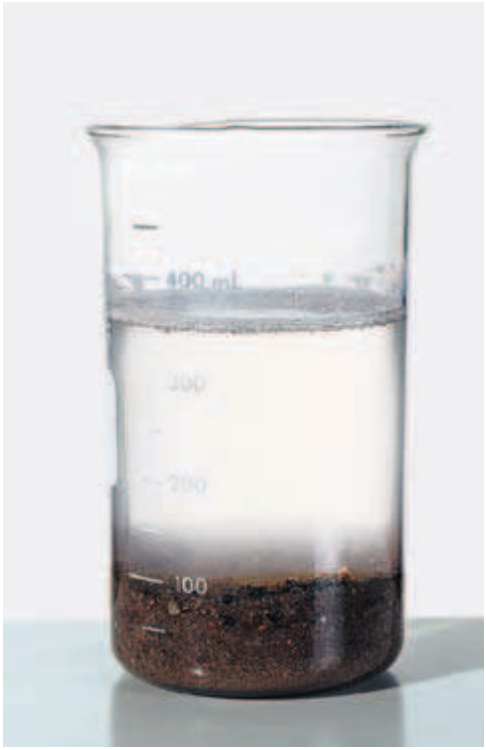
d) 3, 2 e 5

b) “Um sistema formado por uma única substância

e) 3, 3 e 6

química certamente apresenta uma única fase.”

34


400 mL
300
200
100

300
200
100

Substâncias químicas

Capítulo 2

9 Processos de separação

(fracionamento) de misturas

9.1 Decantação

Em uma mistura *heterogênea sólido/líquido*, como areia/água, a fase mais densa tende a ocupar a posição infe rior, enquan to a menos densa tende a ocupar a posição supe rior.

Uma maneira de separar uma mistura de água e areia é esperar que a areia, mais densa que a água, se deposite no fundo do recipiente. (Essa deposição de sólido no fundo é chamada por alguns de *sedimentação*.)

Após a deposição da areia no fundo, pode-se transferir a água para outro recipiente, inclinando-

-se lentamente o frasco em que está a mistura. A técnica é denominada decantação.

Mistura de água e areia

Gradualmente, há a deposição

Após deposição, é feita a

iD

da areia no fundo

iD

transferência da fase líquida

iD

./C

./C

./C

r

r

r

Ta j

Ta j

Ta j

T

T

T

O

O

O

iO D

iO D

iO D

G

G

G

r

r

r

é

é

é

S

S

S

o de 1998.eir

Água

Areia

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

9.2 Cen tri fu ga ção (acelerando a decantação)

odução pr

Caso a separa ção das fases de uma mis tu ra hete ro gê nea sob ação da gravidade seja muito lenta, ela Repr

pode ser apres sa da submetendo a mistura a uma intensa rotação, técnica conhecida como cen trifu ga ção, realizada em apa re lhos denominados *cen trí fu gas*.

S

S

E

E

G

G

a

a

m

m

i

i

Y

Y

T

T

T

T

E

E

/G

/G

iSC

iSC

D

D

TO

TO

PhO

PhO

Centrífuga desligada.

Centrífuga em rotação.

Na indús tria de lati cí nios, por exemplo, a nata é sepa ra da do leite com o uso de grandes cen-trí fu gas. Girando a gran de velo ci da de, o leite, mais denso, depo si ta -se no fundo do reci pien te, enquanto a nata, menos densa, concentra-se na parte superior.

35

9.3 Filtração sim ples

Bastão de

vidro

iD

./Cr

Para separar *misturas heterogêneas sólido/líquido,* existe um outro processo, (bagueta)

Ta jT

um pouco mais trabalhoso, porém de maior eficiência que a decantação: é O

a filtração, técnica que consiste em despejar a mistura sobre uma superfície iO DGré

porosa apropriada, o filtro. Este permite que a fase líquida o atravesse, mas S

retém a fase sólida, propiciando uma separação de ambas.

Mistura

de água

O papel de filtro, bastante empregado em laboratórios, é elaborado e areia

com fibras de papel entrelaçadas de modo que os orifícios entre elas (invi-síveis a olho nu) atuem como os orifícios de uma peneira. As partículas Areia retida

formadoras da água — que em outro capítulo denominaremos *moléculas* no fi ltro

Funil com

***de água* — são tão pequenas que passam por dentro desses orifícios.**

papel de

Já as partículas de areia, maiores que eles, são retidas pelo papel.

fi ltro

A fase

que passa

•

•

•

•

Béquer

pelo

fi ltro é

chamada

fi ltrado.

aDilSOn SECCO

Modo como o papel de fi ltro pode ser dobrado

Filtração de uma mistura de água e areia.

9.4 Filtração a vácuo (acelerando a fi ltração)

o de 1998.eir

Num laboratório é comum haver *misturas heterogêneas sólido/ líquido* cuja filtração é muito demorada. (Um exemplo caseiro é o da mistura de farinha e água, que demora muito mais para ser filtrada que uma mistura de água e areia.)

Para ace le rar a filtração foi desenvolvido o processo da filtração a vácuo, que é ilustrado nas fotos abaixo. Nesse processo, o papel de filtro é ajustado à superfície de um funil apropriado, o funil de Büchner, que é conectado à boca de um frasco especial, o kitassato.

O dispositivo denominado trompa d'água (ou trompa de vácuo) é ligado ao kitassato. Dentro da trompa passa água corrente, que "arrasta" ar consigo. Esse fluxo remove um pouco de ar de dentro do kitassato e faz a pressão interna ficar menor que a pressão atmosférica. Consequentemente, a pressão oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

atmosférica força a fase líquida da mistura a passar mais rapidamente pelo papel de filtro.

Pressão atmosférica

odução pr

Papel de fi ltro

iD

iD

Repr

./C

./C

r

r

Superfície cheia

Ta j

Ta j

de furos na qual se

T

T

O

O

encaixa o papel de fi ltro

iO D

iO D

G

G

Funil de Büchner

r

r

é

é

S

Ar

S

Trompa

Rolha de borracha

d’água

Retirando ar

Kitassato

através da

(é um frasco com uma

trompa

saída lateral)

Água

d'água

Filtrado

Oin

FIltrAção no CotIDIAno

/K

ESmE nr

Uma filtração simples é realizada quando se prepara um café. As partículas do pó bOa

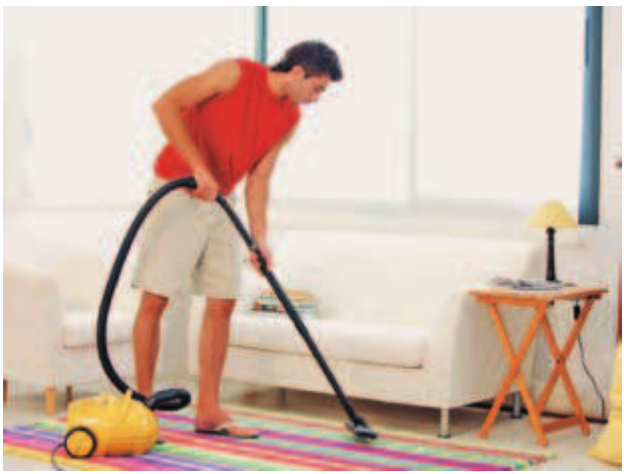
de café que não se dissolvem na água ficam retidas no filtro (resíduo), enquanto a água G

(solvente) e as partículas de café que nela se dissolveram (soluto) passam através dele.

Quando preparamos café ou chá, a água quente realiza a extração dos componentes solúveis do café ou do chá.

36

250 ml



Substâncias químicas

Capítulo 2

KC

Quando se usa um aspirador de pó, a fase sólida fica retida no filtro TOSYE

do aspirador e a fase gasosa passa por ele. A mistura de ar e poeira,

-KEG

que é uma mistura heterogênea sólido-gás, é separada utilizando-se

/AL

filtração a vácuo.

UA GEM

JAU

9.5 Funil de separação

Para separar *misturas heterogêneas líquido/líquido*, como óleo/água, os químicos utilizam um aparelho de vidro, o funil de separação (também chamado Funil de

ID

./C

de *funil de decan ta ção* ou *funil de bromo*), mostrado na foto ao lado.

separação

R

TA J

Para efetuar a separação, a mistura é colocada dentro do funil. A torneira T

Óleo

O

é ligeiramente aberta, permitindo o escoamento gradual da fase inferior, que é IO DGR

recolhida em outro frasco. Fechando-se a torneira no exato momento em que ÉS

a fase inferior acabou de escoar, consegue-se a separação de ambas as fases.

Água

9.6 Dissolução fracionada

Dos mui tos méto dos que exis tem para sepa rar *mis tu ras hete ro gê neas de dois* o de 1998.eir

***ou mais sóli dos*, vamos analisar um em par ti cu lar: a dis so lu ção fra cio na da.**

Essa téc ni ca de sepa ra ção está basea da na diferente tendência de os sólidos componentes de uma mis tu ra se dissolverem em determinado solvente.

Para ocorrer a separação, um dos sólidos deve se dissolver no solvente e o outro não.

Como exemplo, consideremos a mis tu ra hete ro gê nea sal e areia. Como sepa rá-los?

Funil de separação em uso.

Inicialmente, adicionamos água à mis tu ra. A água dis sol ve o sal, mas não dis sol ve a areia. Após mexer bem, obtemos um sis te ma hete ro gê neo cons ti tuí do por duas fases: uma delas é a solu ção de sal em água, e a outra oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

é a areia, que não se dis sol veu na água.

Em segui da a mis tu ra é fil tra da. A areia fica reti da no fil tro, enquan to odução pr

a solução de sal em água pas sa por ele. A água pode ser eli mi na da por eva-Repr

po ra ção ou ebulição, res tan do o sal.

9.7 Evaporação e des ti la ção sim ples

Evaporação

TO

Um meio de fazer a separação da mistura água/sal é simplesmente esperar PHOA pela evaporação completa da água, por exemplo, sob a ação do calor solar. Assim BMA que a

evaporação acabar, restará o sal.

/SINE

A evaporação é uma técnica barata, usada para se obter o componente HHC

sólido que está dissolvido no líquido (o sal, no caso). O componente líquido (a HOA água, no caso) é perdido no processo. A eva po ra ção é usada, portanto, quan do NA só há inte res se na fase sóli da; a líqui da, então, é des pre za da.

Esse processo tem larga utilização nas salinas, instalações nas quais a água do mar é colocada em tanques largos e rasos, para que vá evaporando gradualmente. Com a evaporação da água, obtém-se o sal sólido. Este, em seguida, passa por um processo de purificação, ou refino, durante o qual são eliminadas as impurezas presentes. Principalmente duas dessas impurezas, o cloreto de magnésio e o sulfato de magnésio, se não forem Nas salinas, a evaporação da água possibilita a obtenção do sal. Cabo Frio,

eliminadas, darão ao produto um sabor amargo indesejável.

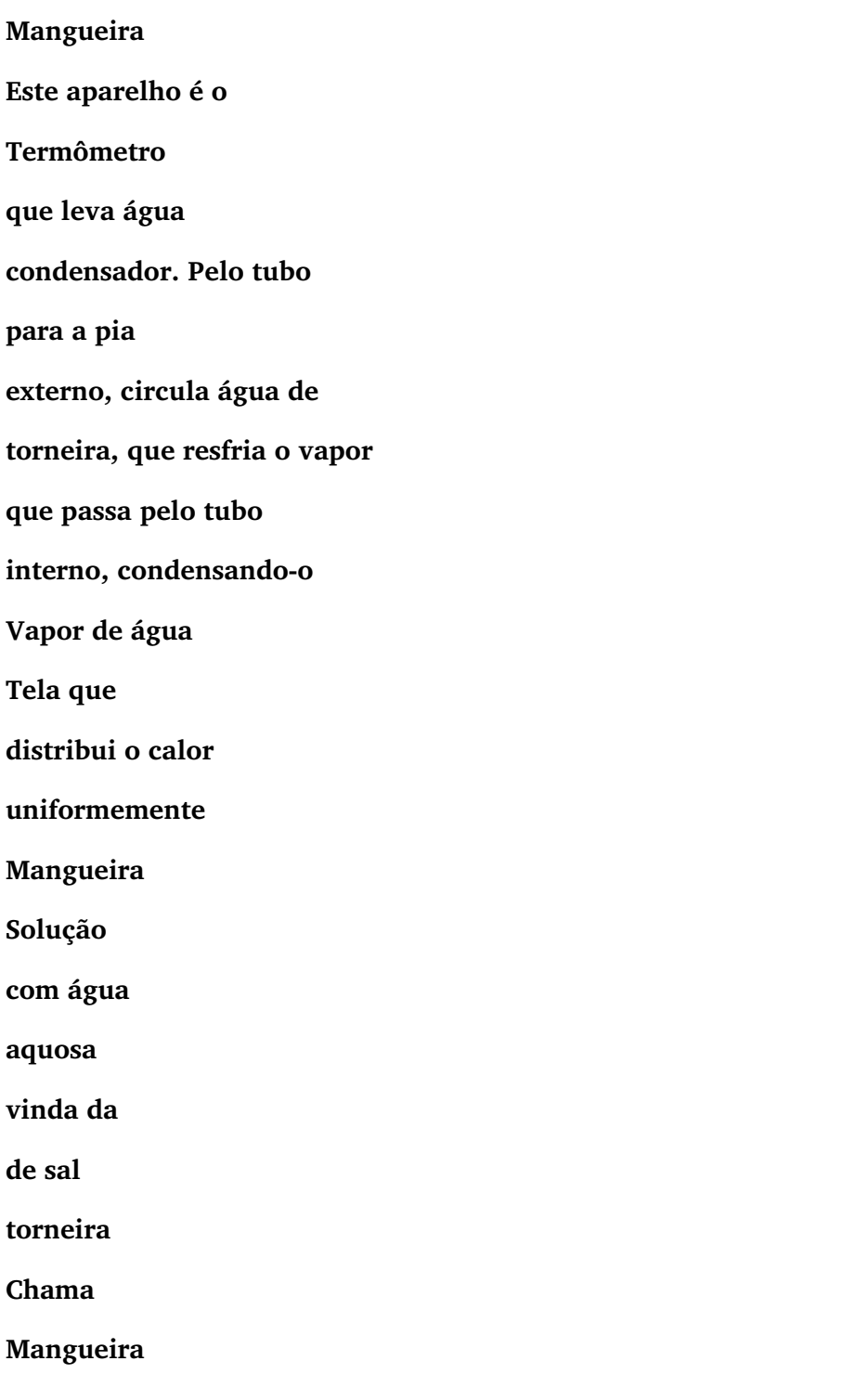
RJ, 2001.

37

Destilação s im ples

Como proceder se o interesse for obter água pura a partir da água do mar?

Para separar a mistura de água e sal, e também recuperar a água, emprega-se a destilação simples, ilustrada a seguir.



Água

Bico de

o de 1998.

de gás de

destilada

eir

Bunsen

cozinha

COCE SNOSLDIA

A mistura é aquecida em um balão de vidro e a água entra em ebulição, mas o sal não.

O vapor de água passa pelo interior do conden sador, que é resfriado por água corrente. Com esse resfriamento, esse vapor con densa-se. A água líquida, isenta de sal, é recolhida no recipiente da direita (erlenmeyer) e, ao final, restará sal sólido no balão de vidro.

O líqui do purificado que é reco lhi do no processo de destilação rece be o nome de des ti la do (nesse caso, trata-se de água des ti la da). A des ti la ção sim ples é uti li za da quan do há inte res se nas oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

duas fases ou apenas na líqui da.

odução pr

Repr

9.8 Destilação fra cio na da

As misturas homogêneas formadas por dois ou mais líquidos oferecem uma razoável dificuldade para sua separação. A técnica da destilação fracionada, esque matizada a seguir, pode ser usada com sucesso para separar algumas misturas desse tipo. É uma técnica complexa, e sobre ela vamos apresentar apenas uma breve noção.

A destilação fracionada é um aprimoramento da destilação simples, na qual uma coluna de vidro cheia de obstáculos (bolinhas ou cacos de vidro) é colocada entre o condensador e o balão no qual a mistura é aquecida. O vapor do componente de menor ponto de ebulição é o que passa pelos obstáculos com mais facilidade, e por isso ele chega ao condensador antes dos demais componentes e destila primeiro. Assim que ele destilar totalmente, destilará o próximo componente líquido da mistura (em ordem crescente de pontos de ebulição), que é recolhido em outro frasco. E assim por diante.

Alguns componentes do petró leo são separados por meio da destilação fra cionada, realizada em grandes colunas de aço, nas refinarias.

Essa téc ni ca tam bém é empre ga da para sepa rar os gases com po nen tes do ar atmos fé ri co.

O ar é resfriado até atingir o estado líquido e, a seguir, passa por destilação fracionada.

38

Substâncias químicas

Capítulo 2

Coluna de

fracionamento

Bolinhas

de vidro

Líquido

recolhido

o de 1998.eir

Mistura

homogênea

de líquidos

Se pelo menos um dos

líquidos for inflamável,

substitui-se o bico de

Bunsen por um sistema

OC

elétrico de aquecimento

ECSn

SOilDa

10 Materiais de laboratório e segurança

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O esquema das páginas 40 e 41 reúne alguns materiais importantes e fornece informações odução pr

sobre cada um.

Repr

Qualquer laboratório químico é um local em que podem existir objetos e materiais poten-cialmente perigosos, mesmo que você não esteja mexendo diretamente com eles. Portanto, a

possibilidade de acontecer um acidente existe e não é desprezível. Alguns pensamentos básicos resumem a necessidade de atitudes adequadas dentro de um laboratório. São eles:

• AtEnção

KC

TOSr

Laboratórios de química são locais

TET

interessantíssimos, onde podemos

hu

aprender inúmeras coisas. Neles, con-

/ShG

tudo, devemos sempre lembrar que é

uO G

alta a chance de ocorrerem acidentes,

CEn

principalmente se não seguirmos certos

Er

cuidados básicos, como os relacionados

aul

nas páginas 40 e 41.

O primeiro acidente de uma pessoa pode ser o último.

Os acidentes não acontecem por acaso, são provocados.

E, mais importante que isso, acidentes podem ser evitados.

Cuidados básicos

• Seguir rigorosamente as instruções recebidas do(a) professor(a).

• Usar sempre óculos de segurança, luvas e avental.

• Dentro do laboratório, cabelos longos devem ser mantidos presos.

• Nunca trabalhar sozinho, principalmente fora de horário.

• Ao caminhar pelo laboratório, olhe para a frente.

• Não comer nem beber dentro do laboratório. Lavar bem as mãos antes de deixar o laboratório.

• É fundamental conhecer a localização dos equipamentos de segurança.

• Antes de usar reagentes (substâncias usadas para realizar experiências), consultar a bibliografia adequada e informar-se sobre como manuseá-los, como descartá-los e os perigos de sua manipulação, inalação ou ingestão.

• Não retor nar rea gen tes aos fras cos ori gi nais, mesmo que não tenham sido usa dos. Evitar circu lar com eles pelo labo ra tó rio.

• Não usar equi pa men to algum sem antes ter sido trei na do e auto ri za do.

o de 1998.eir

ImPortAntE

Traço de

Os desenhos aqui

aferição

mostrados são esque-

máticos e não estão

em proporção uns em

relação aos outros.

Além disso, mui-

Balão de fundo chato:

Balão de destilação:

tos desses objetos são

Balão v olu mé tri co: possui

colo longo, com um traço

empregado no aquecimento

utilizado para efetuar

comercializados em

de a fe ri ção s itua do n o

de líquidos puros ou de

destilações simples. O braço

gar ga lo. É us ado n o p re pa ro

soluções. Pode ser usado

lateral é usado para fazer a

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

várias opções de ta-

também para efetuar

ligação ao condensador.

manho.

de solu ções. Apresenta

COC

volu mes, em geral, de 50 mL

reações que desprendem

E

odução pr

S

a 2 .000 mL.

produtos gasosos.

n

Repr

OSlDi

: aSE

çõarTS

ilu

Erlenmeyer: aplicado na

Béquer: usado em reações,

Tubo de ensaio: usado

Estante para tubos de

dissolução de substâncias,

dissolução de substâncias,

para efetuar reações com

ensaio: utilizada como

nas reações químicas e no

aquecimento de líquidos

pequenas quantidades

suporte para tubos de

aquecimento de líquidos.

etc.

de reagentes. Suporta ser

ensaio, já que eles não

aquecido diretamente numa

param em pé.

chama.

Substâncias químicas

Capítulo 2

• Certificar-se da vol ta gem dos apa re lhos antes de conec tá-los à rede elé tri ca. Quando não esti ve rem em uso, os apa re lhos devem ficar des co nec ta dos.

• Usar sem pre luvas de iso la men to tér mi co ao mani pu lar mate rial quen te.

• Evitar arma ze nar rea gen tes em luga res altos e de difí cil aces so.

Julgar-se en-

• Não esto car líqui dos volá te is (isto é, que evaporam facilmente, por exemplo: álcool, éter, tendido e esper-acetona e gaso li na) em locais que rece bem luz e/ou calor.

to é o primeiro

• Lembrar-se de que o vidro quen te pode ter a mesma apa rên cia que o vidro frio.

passo para um

Não usar nenhum mate rial que estiver com o vidro trin ca do; descartá-lo em reci pien te sério acidente.

apro pria do.

Você concorda

• Antes de ini ciar um expe ri men to, veri fi car se todas as cone xões e liga ções estão segu ras.

com esse pensa-

mento?

• Ao tes tar o odor de pro du tos quí mi cos, nunca colo car o pro du to ou o fras co dire ta men te no nariz.

• Ao mani pu lar fras cos, nunca diri gir a sua aber tu ra na pró pria dire ção ou na dire ção de outras pes soas.

o de 1998.eir

(volumétrica)

(graduada)

Condensador: utilizado nos

Bureta: empregada para

Proveta: empregada nas

Pipetas: utilizadas nas

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

processos de destilação.

dosar volumes de líquidos.

medições aproximadas

medições mais precisas de

Sua fi nalidade é resfriar os

É um tubo cilíndrico

de volumes de líquidos.

volumes de líquidos. São

vapores do líquido a ser

graduado, geralmente em

Comumente, as provetas

comuns as pipetas de 5 mL

CO

odução pr

C

destilado, provocando sua

cm3, com uma torneira que

têm volume entre 5 mL e

e de 10 mL.

E S

Repr

condensação.

controla a saída do líquido.

2.000 mL.

nOSlDi

: aSE

çõarTS

ilu

Cápsula de porcelana:

Almofariz e pistilo:

Pisseta: bisnaga plástica

Dessecador: usado para

empregada na evaporação

utilizados para triturar

empregada para a lavagem

guardar substâncias em

de líquidos em soluções.

e pulverizar sólidos.

de recipien tes com jatos

seu ambiente interno, que

Geralmente são de

de água ou de outros

contém baixa umidade

porcelana ou de vidro.

solventes.

(desde que esteja presente

(O almofariz é um recipiente

alguma substância

e o pistilo é um tipo de

especialmente aí colocada

“pilãozinho”.)

para reter água).

41

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

a) decantação e filtração.

b) decantação e destilação fracionada.

41. (Unicamp-SP) Têm-se as seguintes misturas:

c) filtração e destilação fracionada.

I. areia e água

d) filtração e decantação.

II. álcool (etanol) e água

e) destilação fracionada e decantação.

III. sal de cozinha (NaC,) e água, nesse caso uma

mistura homogênea

47. (Fuvest-SP) O ciclo da água na natureza, relativo à Cada uma dessas misturas foi submetida a uma

formação de nuvens, seguida de precipitação da água

filtração em funil com papel e, em seguida, o

na forma de chuva, pode ser comparado, em termos

líquido resultante (filtrado) foi aquecido até sua

das mudanças de estado físico que ocorrem e do pro-

total evaporação. Pergunta-se:

cesso de purificação envolvido, à seguinte operação

a) Qual mistura deixou um resíduo sólido no papel

de laboratório:

após a filtração? O que era esse resíduo?

a) sublimação.

d) dissolução.

b) Em qual caso apareceu um resíduo sólido

b) filtração.

e) destilação.

após a evaporação do líquido? O que era esse

c) decantação.

resíduo?

48. (Ueba) Sabendo que água e óleo são imiscíveis e que o Resolução

NaC, (sal de cozinha) não é solúvel em óleo, escolha a

alternativa que apresenta, na ordem, os dois procedi-

a) Apenas na mistura I há um sólido presente

mentos mais viáveis para separar uma mistura formada

que pode ser retido pelo filtro. Esse resíduo é a

o de 1998.

pelas três substâncias acima, segundo o esquema:

eir

areia.

b) No caso III, o filtrado é a própria solução de sal Óleo

de cozinha em água. Dessa solução apenas a

Óleo

água evapora, deixando um resíduo branco de

Procedimento

Água

Água

sal de cozinha.

1

NaC,

Água

Procedimento

Sal

2

Sal

42. (Unifor-CE) Uma das vantagens da filtração a vácuo em relação à filtração comum consiste em:

Procedimento 1

Procedimento 2

a) ser mais rápida.

a) filtração decantação

b) reter menor quantidade de sólido.

b) destilação simples

decantação

c) poder separar líquidos miscíveis.

c) destilação simples

destilação simples

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

d) necessitar de aparelhagem de vidro.

d) centrifugação

filtração

e) decantação

destilação simples

odução pr

e) separar a mistura homogênea sólido/líquido.

Repr

43. Água e tetracloreto de carbono são ambos líquidos 49. (Unisinos-RS) A seguir, está esquematizado o flu-incolores e não miscíveis (ou imiscíveis, isto é, que

xograma relativo à separação dos componentes de

não se dissolvem um no outro). A densidade da água é

uma mistura constituída por azeite, água e açúcar

1,0 g/cm3 e a do tetracloreto de carbono é 1,6 g/cm3.

totalmente dissolvido. Examinando o fluxograma

Descreva um método para, num laboratório adequada-

apresentado, você identifica os processos 1 e 2 como

mente equipado, realizar a separação de uma mistura

sendo, respectivamente:

desses dois líquidos.

Azeite Água Açúcar

44. Explique como você faria para separar uma mistura de serragem e areia.

Processo 1

45. Como um ímã poderia ser útil para purificar limalha Azeite

Água açúcar

de ferro contaminada por areia? Explique.

Processo 2

46. (Ufes) Na perfuração de uma jazida petrolífera, a pressão dos gases faz com que o petróleo jorre para

Água

Açúcar

fora. Ao reduzir-se a pressão, o petróleo bruto para de

jorrar e tem de ser bombeado. Devido às impurezas

que o petróleo bruto contém, ele é submetido a dois

a) destilação e filtração.

processos mecânicos de purificação, antes do refino:

b) filtração e decantação.

separá-lo da água salgada e separá-lo de impurezas

c) decantação e destilação.

sólidas como areia e argila. Esses processos mecâni-

d) decantação e centrifugação.

cos de purificação são, respectivamente,

e) filtração e centrifugação.

42

Substâncias químicas

Capítulo 2

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

50. (UFRRJ) Com a adição de uma solução aquosa de

53. (Vunesp) Um sistema heterogêneo, S, é constituído açúcar a uma mistura contendo querosene e areia,

por uma solução colorida e um sólido branco.

são vistas claramente três fases. Para separar cada

O sistema foi submetido ao seguinte esquema de

componente da mistura final, a melhor sequência é:

separação:

a) destilação, filtração e decantação.

b) cristalização, decantação e destilação.

c) filtração, cristalização e destilação.

Sistema heterogêneo

d) filtração, decantação e destilação.

S

e) centrifugação, filtração e decantação.

Operação I

51. (UFMG) Este quadro apresenta misturas heterogêneas que foram submetidas aos processos de separação

especificados.

Sólido branco

Líquido colorido

Processo de

X

Y

Misturas

Componentes

separação

Operação II

I

água e areia

decantação

sucatas de ferro

separação

II

e alumínio

magnética

Sólido colorido

Líquido incolor

III

grafita e iodo

sublimação

Z

W

o de 1998.eir

IV

água e óleo

filtração

Ao se destilar o líquido W, sob pressão constante

Escolha a alternativa que corresponde a uma mistura

de 1 at mosfera, verifica-se que sua temperatura de

cujo processo de separação especificado é inadequado.

ebulição variou entre 80 °C e 100 °C. Identifique qual

a) I

b) II

c) III

d) IV

das seguintes afirmações é correta.

52. (UFMG) O mercúrio, um metal líquido, é utilizado

a) A operação I é uma destilação simples.

pelos garimpeiros para extrair ouro. Nesse caso, o

b) A operação II é uma decantação.

mercúrio forma, com o ouro, uma mistura líquida

c) O líquido colorido Y é uma substância pura.

homogênea, que pode ser separada, facilmente, da

d) O líquido incolor W é uma substância pura.

areia e da água.

Para separar esses dois metais, minimizando os

e) O sistema heterogêneo S tem, no mínimo, 4 compo-riscos ambientais, seria interessante que os garim-

nentes.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

peiros utilizassem uma retorta, como representado,

esquema ticamente, nesta figura:

54. (UnB-DF) Uma certa amostra de água (A) contém os odução pr

seguintes sais: cloreto de prata (AgC,, substância inso-

Repr

lúvel em água), brometo de amônio (NH4Br) e cloreto de sódio (NaC,). O es quema mostra as etapas (I, II, III e IV) que permitiram a recuperação do AgC,, do NH4Br e do NaC,, sob pressão de 1 atm.

OC

ECS

Sal sólido

n

A I

H2O (vapor)

SOilD

Solução II

Resfriamento

a

Re s íduo

Sal (vapor)

B

III

sólido

D

C (s)

Mercúrio

Dados: (sob pressão de 1 atm)

líquido

Ponto de fusão do NaC, 801 °C

Ponto de sublimação do NH

Para tanto, a mistura é aquecida na retorta e, então,

4Br 452 °C

Ponto de fusão do AgC, 455 °C

o mercúrio evapora-se e condensa-se no bico desse

recipiente.

Com base nessas informações, julgue os itens.

Considerando-se essas informações, é INCORRETO

• A etapa I pode ser executada através de uma filtração.

afirmar que

• A etapa II pode ser executada por decantação.

a) o ouro é mais volátil que o mercúrio.

• O resíduo sólido contém os sais brometo de amônio

b) o mercúrio é destilado na retorta.

e cloreto de sódio.

c) o mercúrio se funde a uma temperatura menor

• B é o brometo de amônio.

que o ouro.

• A etapa III envolve apenas decantação seguida de

d) o ouro se dissolve no mercúrio.

filtração.

43

55. (UFG-GO) Um químico precisava de uma substância X pura. Porém, com os poucos recursos destinados a pesquisas no país, só foi possível adquiri-la contaminada com Y. As propriedades físicas de X e Y são dadas na tabela.

Ponto de

Ponto de

Densidade

Solubilidade em água

Substância

fusão (˚C)

ebulição (˚C)

(g mL21)

a 25 ˚C

X

20,0

120

1,1

Insolúvel

Y

20,8

121

0,6

Solúvel

a) Identifique o método que, à temperatura do laboratório (25 °C), o pesquisador deveria utilizar para obter X puro.

b) Justifique sua resposta baseado nos dados fornecidos na tabela.

Informe-se sobre a Química

Destilação: a arte de "extrair virtudes"

"Alambiques, retortas e fornos estão sempre presentes em imagens para caracterizar o de 1998.eir

alquimistas e químicos em seus laboratórios. Isso indica que tais instrumentos, utilizados no processo de destilação, têm papel destacado no imaginário relativo tanto à alquimia quanto à Química. Essa ideia não deixa de ter fundamento, pois a destilação há muito tempo vem sendo utilizada tanto nas artes que envolvem o tratamento e a transformação de materiais quanto por estudiosos que buscavam afirmar ou elaborar ideias sobre a composição da matéria.

Hoje em dia, a destilação, processo de separação baseado nas diferenças entre pontos de ebulição das substâncias, é adequadamente explicada pela ideia de que a matéria é formada por partículas que se movimentam e interagem. O fracionamento do petróleo, a obtenção de álcoois e a extração de essências são apenas alguns exemplos de proces-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

sos em que a destilação é empregada na indústria. Além disso, a destilação é um dos odução pr

principais métodos de purificação de substâncias utilizados em laboratório. [...]

Repr

Entretanto, nem sempre a destilação foi considerada uma operação tão trivial. Desde suas origens e durante um longo período, a destilação estaria ligada à preparação de poderosas

“águas” e à obtenção da “pedra filosofal”, do maravilhoso “elixir” que promoveria a cura de todas as doenças dos metais e dos homens. Seria também por meio da destilação que os iniciados extrairiam as “quintessências” de vegetais, minerais e partes de animais, obtendo-se dessa forma puríssimos e poderosos medicamentos.

Possíveis origens da arte da destilação

Pode-se considerar que a destilação foi um dos desenvolvimentos promovidos pelos alquimistas alexandrinos nas técnicas de se operar sobre a matéria. Tal consideração baseia-se nos estudos realizados sobre os textos produzidos na Antiguidade que chegaram até os dias de hoje. Conforme tais estudos, termos como *ambix*, *lopas* ou *cucurbita* e mesmo desenhos de alambiques estariam presentes apenas nos escritos dos alquimistas alexandrinos. De fato, nas principais fontes dos textos alquímicos alexandrinos que so-breviveram até nossos dias em cópias manuscritas feitas entre os séculos XI e XV, estão algumas figuras de instrumentos que os químicos de hoje podem facilmente associar com aparatos destilatórios.

Entretanto, apesar das semelhanças observadas entre essas figuras e os instrumentos atualmente utilizados, o processo de destilação era realizado naquela época num contexto muito diferente do atual. A destilação era uma operação alquímica, relacionada portanto a um corpo conceitual originário de hibridizações entre ideias mágicas, religiosas e filosóficas, associadas aos conhecimentos envolvidos nas práticas artesanais egípcias.

No laboratório, o alquimista procurava operar sobre a matéria de modo a aperfeiçoá-

-la, imitando o que se acreditava ocorrer na natureza. Admitia-se que os metais seriam originados no interior da terra e se aperfeiçoariam por um processo análogo à gestação.

Assim, a transmutação que ocorreria naturalmente, mas num tempo muito longo, poderia ser acelerada pelas operações alquímicas. Dessa forma, admitia-se que os conhecimentos alquímicos permitiam ao adepto controlar as forças naturais. Por isso, esses poderosos conhecimentos eram considerados divinos e sagrados, devendo portanto ser mantidos em segredo. Além disso, referências a um momento de revelação em que o adepto recebia esses conhecimentos podem ser notadas em muitos dos textos alquímicos.

Concepções filosóficas sobre a composição e as transformações da matéria também faziam parte dos fundamentos da alquimia. A possibilidade de transmutar um metal em outro podia ser justificada com base na ideia aristotélica de que a matéria fosse um

'substrato amorfo' impregnado de qualidades. Assim, adequando-se as qualidades do metal de partida, seria possível obter prata ou ouro. Uma forma de se fazer isso seria o de 1998.eir

através da eliminação das qualidades do metal comum para se obter aquele 'substrato amorfo', aquela matéria primordial sobre a qual seriam então impressas as qualidades da prata ou do ouro. Para realizar as operações necessárias, o alquimista contava com um grande acervo de conhecimentos técnicos que tiveram sua origem nas práticas artesanais egípcias, mas aos quais somaram-se os métodos desenvolvidos pelos próprios alquimistas, nos quais utilizavam poderosas 'águas' e 'espíritos'.

O processo de destilação provavelmente foi concebido nesse contexto. A invenção dessa técnica e dos instrumentos nela envolvidos é atribuída à alquimista Maria Judia, que teria vivido no início da era cristã. Entretanto, deve-se ressaltar que o termo destilação seria empregado só muito tempo depois para identificar exclusivamente esse processo espe-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cífico. Mesmo no início da idade moderna, o termo destilar abrangia todos os processos em que se observava gotejamento, incluindo, portanto, fusões e mesmo filtrações.

odução pr

Os aparatos destilatórios atribuídos a Maria Judia seriam naquela época empregados, Repr

por exemplo, na obtenção de 'águas sulfurosas'. Entre as 'águas' — termo durante muito tempo empregado com referência a líquidos — destacava-se uma 'Água Divina', provavelmente uma solução de polissulfetos que seria empregada no processo de imprimir as propriedades do ouro, tais como a cor amarelada, ao material em transmutação. [...]

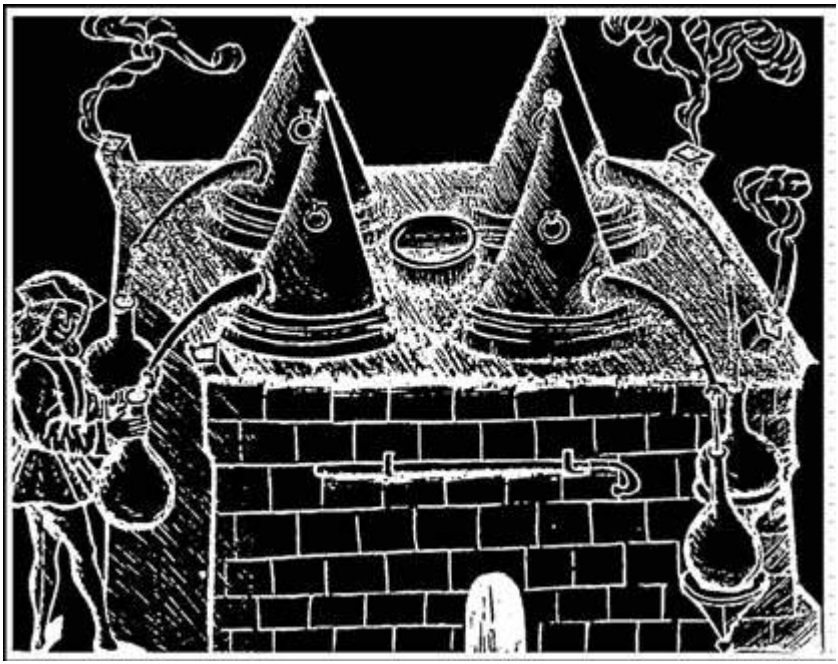
Os livros de destilação

A arte da destilação viria a ser amplamente difundida pela nova arte da imprensa.

Em tratados de mineração e metalurgia, tais como *Pirotechnia* (1540), escrito por Vanoccio Biringuccio e *De re metallica* (1556), de Georgius Agricola, encontram-se descrições de instrumentos e métodos para se obter as "águas de partir" utilizadas por metalurgistas e ourives. Mas seria especialmente nos chamados 'livros de destilação' — nos quais, além de se descrever instrumentos e fornos destilatórios, se discorria sobre as virtudes das plantas, minerais e partes de animais considerados curativos — que as vantagens da arte da destilação viriam a ser enaltecidas.

Um dos mais difundidos livros de destilação foi o *Liber de arte distillandi*..., escrito por Hieronymus Brunschwig, cirurgião de Estrasburgo, e publicado pela primeira vez em 1500.

Brunschwig considerava que remédios obtidos por destilação seriam mais eficientes que as decocções tradicionalmente empregadas. De acordo com ele, nos medicamentos destilados 45



estaria a parte mais pura do material de partida, já que a destilação seria … ***simplesmente separar o impuro a partir do sutil e o sutil a partir do impuro, cada qual separadamente do outro, com o propósito de poder tornar o corruptível incorruptível, e de fazer o material ima-terial, e de que o espírito vivo seja feito mais vivaz, pois, pela virtude da grande bondade e da força que nele é mergulhada e escondida, ele deve penetrar rapidamente, para concepção de sua saudável operação no corpo do homem.***

aliar

STu a

OFY ra

ibr

l laniOTan

b Uma das ilustrações

do livro de destilação de

Hieronymus Brunschwig.

o de 1998.

Embora o *Liber de arte distillandi*... possa ser considerado como um 'manual técnico', eir

a concepção sobre destilação expressa no trecho citado está relacionada com a ideia da extração das virtudes do material, de sua pura quintessência. Uma outra evidência da presença de concepções alquímicas nos livros de destilação é obtida quando se consideram as semelhanças entre a descrição das virtudes da *aqua vitae* por descrições das propriedades do 'elixir' apresentadas em textos alquímicos. Assim, por mais 'técnicos' que esses livros de destilação possam parecer aos nossos olhos, as concepções que tinham por trás de si estavam ligadas à ideia alquímica da extração das virtudes dos materiais, da separação de

'espíritos' a partir de materiais impuros, e das ideias sobre o 'elixir'. [...]

Fonte: BELTRAN, M. H. R. *Química Nova na Escola*. n. 4, novembro, 1996. p. 24.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

odução pr

Repr

1. Localize no texto o termo que sugere a etimologia da palavra alambique. Pesquise a origem dessa palavra.

2. Relacione o termo *cucurbita* com seu provável equivalente nas atuais aparelhagens de destilação.

3. Relacione o termo "qualidades" com o equivalente utilizado atualmente com concepção semelhante e dê exemplos vistos neste capítulo.

4. Qual seria o equivalente atual ao que os alquimistas chamavam de "virtudes das plantas"?

5. Pesquise e elabore uma pequena redação sobre a contribuição árabe à alquimia.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

46

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual – substâncias químicas

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Porção de matéria

pode ser

tem

Massa

Substância

1

(pura)

Volume

grandezas

que se relacionam

tem

por meio da

pode ser

Ponto de

Ponto de

2

fusão

ebulição

o de 1998.eir

uma amostra pode ser

também

chamada

3

Heterogênea

Homogênea

5

quando

quando

tem

tem

está em

está em

4

Um único

Mais de um

Uma única

Duas ou

estado físico

estado físico

fase

mais fases

dependendo

das condições,

se encontra

em diferentes

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Estados

odução pr

físicos

Repr

são eles

Fusão

6

por

passa a

por

passa a

Sólido

7

Gasoso

por

por

passa a

Solidificação

passa a

Condensação

Método de separação

pode ser submetida a

de misturas

por exemplo

Decantação

Filtração

Dissolução

Uso do funil

Destilação

Destilação

fracionada

de separação

simples

fracionada

47

LO

O

3 Introdução ao conceito

APÍTULC

de reação química

ErnEsto rEghran/Pulsar ImagEns

Alguns conteúdos importantes:

A combustão é um

Conceito de reação química

exemplo de reação química.

Neste capítulo você

Reagentes e produtos

conhecerá as características

Reações de decomposição

que um processo deve ter

para que seja classificado

***Distinção entre substância simples e substância composta com* como reação química.**

base em informações sobre reações de decomposição

Na foto, queimada em meio

a cafezal para evitar os

Elemento químico, na concepção de Boyle

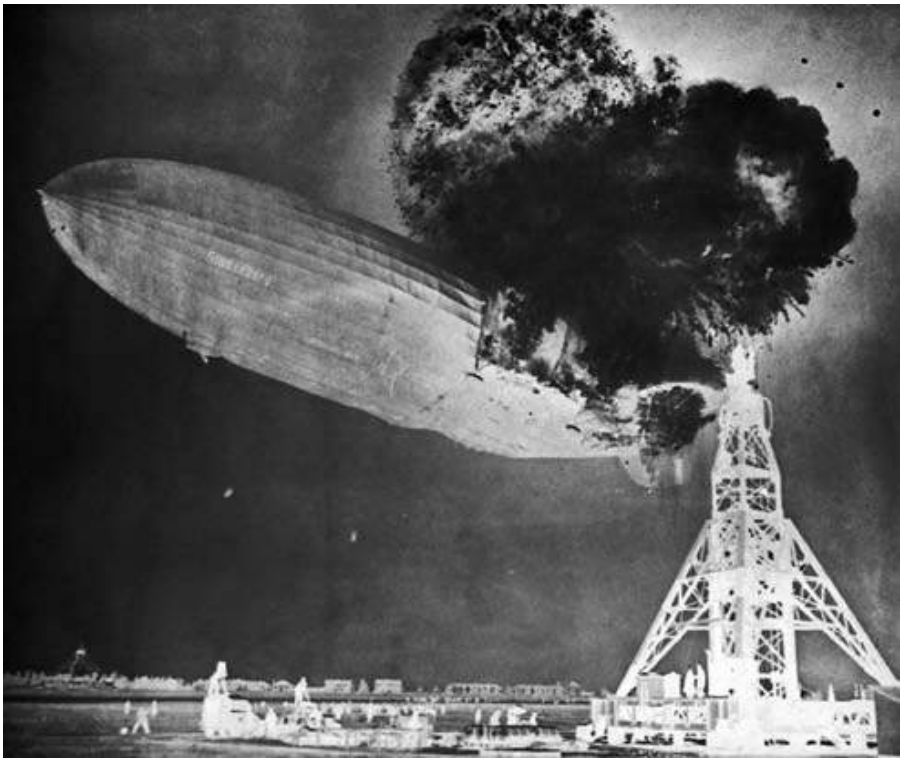
efeitos da geada. Sapopema,

Lei de Lavoisier

PR, 2009.

Lei de Proust

48



Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• reação química

ton ArcHive/Getty imAGes

• efervescência

Hul

• combustão

• formação de uma substância composta

• liberação de calor

Acidente com o dirigível Hindenburg, c

em Nova Jersey, EUA, em 1937.

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Após o ser humano pré-histórico ter aprendido a dominar o fogo, tornou-se capaz de descobrir outras coisas. Foi possível para ele, por exemplo, separar os materiais em duas categorias: os que queimam e os que não queimam.

O fogo possibilitou perceber que alguns materiais se alteram quando aquecidos.

Descobriu-se que certos alimentos, se assados, adquiriam gosto mais agradável. Foi assim oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

que surgiu a culinária.

Objetos de argila molhada, quando secavam ao fogo, tornavam-se rígidos e imper-odução pr

meáveis; portanto mais úteis do que se secassem simplesmente ao sol. Estava, assim, Repr

descoberta a técnica para produzir objetos cerâmicos, ainda hoje empregada na produção de tijolos, telhas, vasos, potes, moringas, azulejos, louças sanitárias e objetos de porcelana.

Ao aquecer determinados minerais, alguns povos antigos descobriram que era possível obter o metal cobre a partir do minério de cobre e, séculos depois, ferro a partir do minério de

ferro aquecido com carvão.

A combustão (queima) é um exemplo do que os químicos chamam de reação química. Embora a expressão *reação química* seja conhecida de muitas pessoas, e até mesmo usada no dia a dia, existe uma maneira científica de definir o que vem a ser isso.

Este capítulo pretende oferecer uma visão introdutória do que é reação química. Após estudá-lo, você deverá ser capaz de dizer que características um processo deve ter para ser classificado como uma reação química.

Também neste capítulo, você conhecerá duas importantes leis científicas referentes às reações químicas: a Lei de Lavoisier e a Lei de Proust. Ambas são marcos importantes na história da Química e na evolução dos conceitos químicos.

1 O conceito de reação química

Um ExPErImEnto PArA ComEçAr

A critério do(a) professor(a), os alunos podem se reunir em grupos para a realização desta atividade.

Objetivo: Provocar uma reação química e observar uma evidência de que ela ocorreu.

Você vai precisar de:

• dois copos grandes

• bicarbonato de sódio

• vinagre

(adquirido, por exemplo,

• colher de sopa

em farmácia)

Procedimento:

aDilSOn SECCO

1. Faça a experiência sobre um local que possa facilmente ser limpo. Coloque uma colherada de bicarbonato de sódio em um dos copos. No outro, coloque vinagre até cerca de 2 cm de altura.

2. Observe atentamente cada um desses materiais e descreva no seu caderno o aspecto deles.

3. Despeje o vinagre no copo que contém o bicarbonato de sódio. Observe o que acontece e anote.

o de 1998.eir

4. Volte a observar o copo após 15 minutos e registre o aspecto do que está dentro do copo.

O experimento descrito permitiu a você realizar e observar um dos muitos exemplos de reação química. Uma substância (denominada ácido acético) presente no vinagre reage quimicamente com o bicarbonato de sódio produzindo novas substâncias. Uma dessas substâncias produzidas é um gás (chamado gás carbônico ou dióxido de carbono, o mesmo gás que forma as bolhas nos refrigerantes) cujo desprendimento pode ser observado ao realizar o experimento.

Se uma ou mais substâncias, presentes no estado inicial de um sistema, transformam-

-se em uma ou mais substâncias diferentes, que estarão presentes no estado final, a oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

transformação é uma reação química, ou transformação química.

Em outras palavras, reação química é um processo em que novas substâncias são odução pr

formadas a partir de outras.

Repr

Para saber se houve uma reação química, precisamos comparar

as propriedades das substâncias presentes no sistema, nos estados inicial e final.

Imagine que o sistema escolhido para estudo seja um cano de ferro e que ele seja observado antes e depois de ser serrado ao meio. A substância inicialmente presente, o ferro, possui exatamente as mesmas propriedades da substância presente no final, que também é o ferro. Serrar um cano de ferro não é, portanto, uma transformação química, já que nenhuma nova substância foi formada.

Quando um corpo cai, uma folha de papel é rasgada, uma porção de areia é misturada à água, um giz é esmagado até virar pó e um prego é fincado na madeira, estamos diante de exemplos de transformações que não são reações químicas.

A

B

TinSTOCK

b Quando um lápis

é quebrado A, não

se tem um exemplo

PhOTODiSC/GETTY imaGES

de reação química.

Mas quando uma vela

queima B, sim.

urban hEDlunD-ETSa/COrbiS-la

50

Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

2 Exemplos de reação química

2.1 Combustão do etanol

Para haver a combustão do etanol (álcool comum), é necessária a presença de oxigênio (por exemplo, do ar). Ambas as substâncias transformam-se, durante a combustão, em duas novas substâncias: água e gás carbônico.

• ATENÇÃO

Este experimento NÃO deve ser realizado pelo aluno.

O etanol (álcool comum) é comumente utilizado como

produto de limpeza. Ele não deve ser manipulado perto de

ADILSON SECCO

chamas ou faíscas, podendo se infl amar e causar queima-

Álcool

duras, incêndio e explosão.

LÍQUIDO INFLAMÁVEL

Na sua casa costuma-se ter cuidado ao guardar e manusear álcool ou outros produtos inflamáveis? Relacione mais produtos dessa natureza que possam ser encontrados em sua o de 1998.

casa, discuta com seus colegas e comente com as pessoas que convivem com você sobre os eir

riscos que tais produtos oferecem.

Em equação: etanol + oxigênio # gás carbônico + água Nessa representação da combustão do etanol, os sinais de mais (+) podem ser lidos como "e".

A seta (#) pode ser lida como "reagem para formar".

Em palavras: Etanol e oxigênio reagem para formar gás carbônico e água.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Os químicos identificam essas substâncias por meio de suas propriedades. São elas que confir-odução pr

mam que, de fato, as substâncias existentes no estado final são diferentes das presentes no estado Repr

inicial. Veja algumas dessas propriedades:

etanol

+

oxigênio

#

gás carbônico

+

água

Ponto de ebulição

78 ˚C

–183 ˚C

–78 ˚C*

100 ˚C

Estado físico a 20 ˚C

líquido

gasoso

gasoso

líquido

Densidade a 20 ˚C 0,79 g/cm3

0,0013 g/cm3

0,0018 g/cm3

1,0 g/cm3

Cor

incolor

incolor

incolor

incolor

2.2 Reação entre ferro e enxofre

Se pó de enxofre for adicionado a pó de ferro, obteremos uma mistura heterogênea, na qual cada um dos componentes mantém suas propriedades. Isso torna possível usar um ímã para separar o pó de ferro do pó de enxofre, como ilustra a figura □, a seguir.

*** Na verdade, essa é a temperatura em que essa substância**

sublima (passa diretamente do estado sólido para o gasoso).

51

Enxofre

Ferro

Ímã

COCE SnOSlDi

: a

Mistura

Aquecimento

Nova substância

SE

foi formada

çõarTS

ilu

Enxofre

Ferro

Cadinho de

porcelana

o de 1998.eir

• AtEnção

COCE S

Este experimento NÃO deve ser realizado pelo aluno.

nOSl

Risco: o contato com enxofre pode causar conjuntivite, dermatite e Dia

Enxofre

irritação do sistema respiratório. Profi ssionais que o manipulam devem fazê-lo em locais com ventilação adequada e utilizar óculos de proteção, luvas e aventais protetores.

TÓXICO

Mas, se essa mistura for aquecida num recipiente apro priado durante alguns minutos, como mostra a figura B, ocorrerá uma reação química na qual enxofre e ferro se transformarão num oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

sólido preto. Determinando as propriedades do sólido formado, é possível identificá-lo como uma odução pr

substância diferente das inicialmente presentes. Alguns químicos o chamam de sulfeto ferroso.

Repr

Ocorreu, portanto, uma reação química.

enxofre

+

ferro

#

sulfeto ferroso

Ponto de fusão

115 ˚C

1.538 ˚C

1.188 ˚C

Estado físico a 20 ˚C

sólido

sólido

sólido

Densidade a 20 ˚C

2,07 g/cm3

7,87 g/cm3

4,74 g/cm3

Cor

amarelo

cinza-metálico

preto

Atraído pelo ímã?

não

sim

não

2.3 Alguns exemplos cotidianos de reação química

Existem muitos exemplos de reações químicas no cotidiano. Dentre eles estão a formação da ferrugem num pedaço de palha de aço, o apodrecimento dos alimentos, a produção de húmus no solo, a queima de gás num fogão e de gasolina, álcool ou óleo *diesel* no motor de um veículo.

A ocorrência de uma reação química nem sempre é fácil de perceber. Algumas só podem ser percebidas em laboratórios

suficientemente equipados para separar componentes das misturas obtidas e determinar suas propriedades.

52

AGUA
SANITARIA

Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

Há, contudo, algumas evidências que estão, de modo geral, associadas à ocorrência de reações químicas e que são, portanto, pistas que podem indicar sua ocorrência. Entre essas evidências estão:

• liberação de calor — por exemplo, nas combustões (foto A);

• mudança de cor — por exemplo, quando um alvejante é derrubado, por descuido, numa roupa colorida (foto B);

• mudança de odor — por exemplo, quando frutas, carnes e outros alimentos se estragam (foto C);

• liberação de gás — por exemplo, ao jogar um comprimido efervescente em água (foto D) ou no caso da experiência descrita na abertura deste capítulo;

• formação de um sólido ao misturar duas soluções diferentes (fotos E, F e G).

A

B

D

naSa

a jr./CiD

SérGiO DOTT

ChaSSEnET/bSiP-KEYSTOCK

□ *Jeans* desbotado por alvejante.

C

o de 1998.eir

□ Comprimido

efervescente jogado em

copo com água.

FabiO COlOmbini

□ A reação de combustão entre os gases

hidrogênio e oxigênio produz água com

□ Laranja apodrecendo

grande liberação de calor. Flórida, EUA, 2002.

sob ação de fungos.

O

E

F

G

C

ECSn

a jr./CiD

a jr./CiD

a jr./CiD

SO

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Sais de

ilD

chumbo

a

odução pr

SérGiO DOTT

SérGiO DOTT

SérGiO DOTT

Repr

TÓXICO

• AtEnção

Experimentos com

sais de chumbo podem

causar intoxicação.

 Reação entre dois sais: iodeto de potássio e nitrato de chumbo (II), em solução aquosa e à temperatura ambiente.

Um ExPErImEnto Com

PAlhA DE Aço

A critério do(a) professor(a), os alunos podem se reunir em grupos aliESTra/CiD

para a realização desta atividade.

Coloque dois pedaços novos de palha de aço, um seco e outro molhado, em dois saquinhos plásticos e feche-os. Compare o aspecto de EDuarDO SanT

ambos após um dia. Que diferenças você nota? Há evidência de reação química? Qual?

53

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

1.

Que motivos levam os químicos a classificar a deterioração dos alimentos como sendo uma reação química e o derretimento de um pedaço de gelo como não sendo uma reação química?

Resolução

Na deterioração de um alimento, há indícios de que substâncias deixam de existir e outras são formadas; o odor se altera de agradável para desagradável e ocorre mudança de coloração.

Já quando um pedaço de gelo derrete, a substância que existia anteriormente, a água, continua existindo ao final. Ela apenas se encontrava na fase sólida e passa para a fase líquida.

2. Quando uma folha de papel queima, diz-se que há uma reação química. Já quando uma folha de papel é rasgada, não há reação química.

Explique a razão para a diferente classificação de ambos os processos.

3. (UFSC) O(s) fenômeno(s) abaixo que envolve(m) rea ção(ões) química(s) é (são): 01. digestão dos alimentos.

16. queda da neve.

02. enferrujamento de uma calha.

32. combustão do álcool de um automóvel.

04. explosão da dinamite.

64. sublimação da naftalina.

o de 1998.

08. fusão do gelo.

eir

Responda com a soma dos números dos itens corretos.

4. (UFPE) Considere as seguintes tarefas realizadas no dia a dia de uma cozinha e indique aquelas que envolvem transformações químicas.

1) Aquecer uma panela de alumínio.

2) Acender um fósforo.

3) Ferver água.

4) Queimar açúcar para fazer caramelo.

5) Fazer gelo.

a) 1, 3 e 4

b) 2 e 4

c) 1, 3 e 5

d) 3 e 5

e) 2 e 3

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

3 Reagentes e produtos

As substâncias inicialmente presentes num sistema e que se transformam em outras devido à ocorrência de uma reação química são denominadas reagentes. E as novas substâncias produzidas são chamadas produtos.

Assim, por exemplo:

Em equação: etanol + oxigênio # gás carbônico + água reagentes

Produtos

lembre-se

reagentes : são

Em palavras: os reagentes etanol e oxigênio reagem para

gas tos, con sumidos

formar os produtos gás carbônico e água.

ou eliminados.

Em equação: enxofre + ferro # sulfeto ferroso

Produtos: são for-

mados, criados ou

reagentes Produto

produzidos.

Em palavras: os reagentes enxofre e ferro reagem para formar o produto sulfeto ferroso.

54

Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

4 Reações de decomposição

Um tipo bastante importante de reação química são as reações de decomposição, reações químicas nas quais uma única substância reagente origina como produtos duas ou mais substâncias.

Um ExPErImEnto Com ágUA oxIgEnADA

A critério do(a) professor(a) os alunos podem se reunir em grupos para a realização desta atividade.

Objetivo: Realizar uma reação química de decomposição.

Você vai precisar de:

• batata crua

• copo limpo

• água oxigenada a 10 volumes

• faca

• pires

(pode ser adquirida em farmácia)

Procedimento:

1. Coloque água oxigenada no copo até 1 cm de altura. Observe o aspecto dela e descreva-o em seu caderno.

2. Corte duas ou três rodelas da batata crua (elas devem ser cortadas apenas no momento o de 1998.

de fazer a experiência) e coloque-as sobre o pires.

eir

3. Despeje um pouco da água oxigenada sobre as rodelas e observe. Relate em seu caderno o que ocorreu.

4.1 A decomposição do peróxido de hidrogênio

A água oxigenada contém a substância incolor peróxido de hidrogênio.

Os químicos descobriram que, sob determinadas condições, esta última aliESTra/CiD

sofre a seguinte reação:

peróxido de hidrogênio # água + gás oxigênio

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Note que se trata de uma reação de decomposição porque há apenas EDuarDO SanT

odução pr

um reagente e dois produtos.

Repr

A decomposição do peróxido de hidrogênio é "incentivada" por uma substância presente nas células vivas. Por isso, ao colocar água oxigenada nas rodelas de batata, você deve ter observado a formação de bolhas: é o gás oxigênio.

 Ao despejar água oxigenada sobre

Há pessoas que empregam a água oxigenada para desinfetar peque-um pedaço de fígado bovino cru (cortado

na hora), ocorre a mesma reação que

nos cortes e esfoladuras. Ao colocá-la no ferimento, a "espuminha" que se quando ela é colocada sobre um ferimento

forma deve-se a muitas pequenas bolhas de oxigênio produzido na reação.

recente.

O oxigênio mata certos microrganismos causadores de doenças e, assim,

• AtEnção

desinfeta o machucado.

A luz também "incentiva" a decomposição do peróxido de hidrogênio.

Peróxido de hidrogênio: Líquido inco-

lor, odor ligeiramente picante, solúvel em

Por isso, a água oxigenada é comercializada geralmente em frascos escuros água e solventes orgânicos polares.

e recomenda-se guardá-los onde não recebam luz. Quando uma substância RISCOS: O oxigênio produzido em

se decompõe sob ação da luz, diz-se que ela sofre fotólise, palavra que vem consequência da decomposição exotérmica (libera calor) pode favorecer a combus-

do grego *foto*, luz, e *lise*, quebra, decomposição.

tão no caso de incêndio próximo.

luz

A água oxigenada é um agente

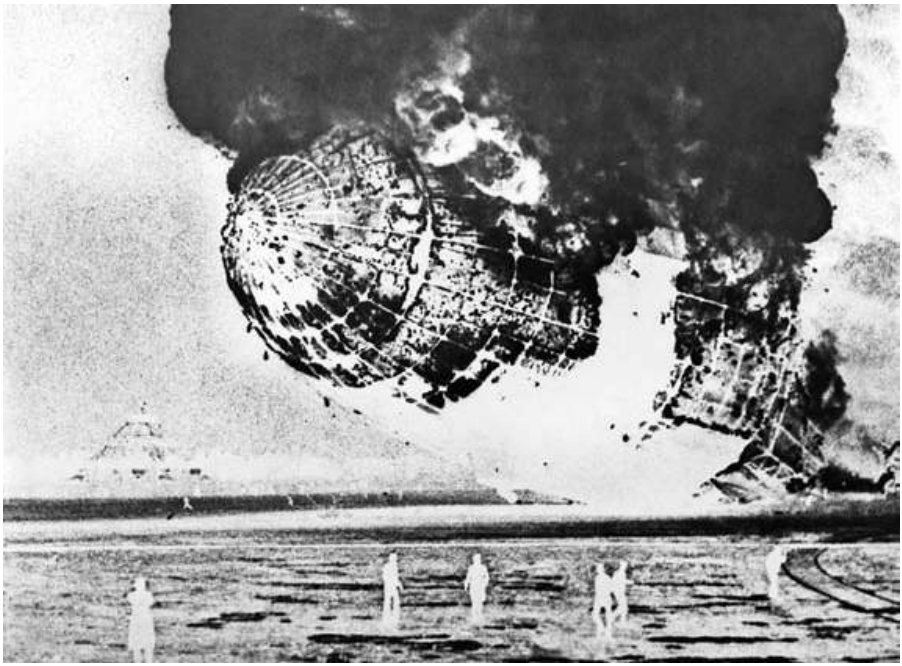
Em equação: peróxido de hidrogênio @@# água + gás oxigênio comburente e pode causar ignição espontânea de materiais combustíveis. O

Em palavras: o peróxido de hidrogênio sofre fotólise (decompõe-se contato com produtos infl amáveis pode

sob ação da luz), formando água e gás oxigênio.

causar incêndios ou explosões.

55



4.2 A decomposição do carbonato de cálcio

O calcário é uma rocha constituída principalmente pela substância carbonato de cálcio. Quando essa substância é aquecida a cerca de 800 °C, transforma-se em óxido de cálcio (um sólido branco) e gás carbônico (incolor).

A reação que produz óxido de cálcio é um exemplo de pirólise, ou seja, decomposição pelo calor (do grego *piro*, fogo).

anDrEaS KOTulla/F1 OnlinE-OThEr imaGES

calor

Em equação: carbonato de cálcio @@# óxido de cálcio + gás carbônico

A grande muralha da China foi

construída com blocos de pedra

unidos por uma massa feita com

Em palavras: o carbonato de cálcio sofre pirólise (decompõe-se

sob ação do areia, água e cal virgem (óxido

calor), formando óxido de cálcio e gás carbônico.

de cálcio). Foto de 1997.

4.3 A decomposição da água

Observe a figura A. Os dois tubos de ensaio foram enchidos com água e mergulhados com a boca para baixo no recipiente com água.

A A Água com gotas de solução de sulfato de sódio

Água com gotas de solução de sulfato de sódio

B B

• AtEnção

Gás Gás

Gás Gás

A eventual realização desse

COC

hidrogênio

hidrogênio

oxigênio

oxigênio

E

experimento só deve ocorrer

Sn

com autorização e supervisão

OS

Platina

Platina

o de 1998.

l

Fio metálico

Fio metálico

do(a) professor(a).

eir

Di

encapado

encapado

: a

Óculos de segurança, luvas

SE

e aventais protetores são obri-

çõar

gatórios.

TS

O gás hidrogênio, produ-

ilu

A ponta dos fios

A ponta dos fios é

é

zido no experimento, é alta-

–

–+

+

–

–+

+

desencapada e

desencapada e

mente explosivo. Por isso, não

Pilha

ligada à platina

Pilha

ligada à platina

deve haver nenhuma chama ou

dispositivo que produza faíscas

elétricas nas proximidades.

Algumas gotas de solução de sulfato de sódio são adicionadas à água. Sabe-se que essa substância não será gasta na reação química que irá acontecer, mas que é necessária para fazer com que a água se torne boa condutora de eletricidade.

Assim que os fios são ligados aos polos da pilha, completando-se a montagem oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

do experimento, observa-se o desprendimento de bolhas gasosas incolores de odução pr

ambas as placas de platina (metal). Os gases produzidos acumulam-se dentro dos Repr

tubos. Após algum tempo, o sistema está como mostrado na figura B acima.

A decomposição provocada pela corrente elétrica é denominada eletrólise.

Assim, temos:

corrente elétrica

Em equação: água @@@@# hidrogênio + oxigênio

Em palavras: A água sofre eletrólise (decompõe-se sob ação da corrente elétrica), formando gás hidrogênio e gás oxigênio.

b O hidrogênio é o gás menos denso.

No passado, foi usado em balões dirigíveis

tripulados, mas, por oferecer risco de

incêndio e explosão, não é mais usado

para esse fi m. Na foto, explosão do

dirigível Hindenburg, em Nova Jersey

(EUA), em 6 de maio de 1937, acidente em

que morreram 35 pessoas.

unDErWOOD PhOTO arChi/SuPErSTOCK/KEYSTOnE

5 Substâncias simples 3 substâncias compostas

O estudo das reações de decomposição foi importantíssimo na

história da Química e graças a ele as substâncias puras puderam ser classificadas em dois grupos:

• Substâncias puras que não podem ser decompostas, ou seja, que não sofrem reação de decomposição. São denominadas substâncias simples. Exemplos: o hidrogênio, o oxigênio e o nitrogênio.

• Substâncias puras que podem ser decompostas (fotólise, pirólise, eletrólise etc.), fornecendo assim novas substâncias de composição menos complexa. São as substâncias compostas, ou compostos químicos, entre as quais estão a água, o carbonato de cálcio e o peróxido de hidrogênio.

Amostra de matéria

pode ser

Substância pura

Mistura

pode ser

pode ser

Simples

Composta

Homogênea

Heterogênea

o de 1998.

NÃO pode sofrer

pode sofrer

pode ter seus componentes

eir

separados; cada um deles é uma

Decomposição em outras

substâncias menos complexas

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

5. A obtenção do metal ferro a partir do minério de ferro chamado hematita é realizada nas indústrias siderúrgicas. Uma reação química que ocorre em fornos apropriados, nessas indústrias, pode ser assim equacionada:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

monóxido

dióxido de

hematita 1

→ ferro

de carbono

1

carbono

odução pr

Repr

Sobre esse processo e sua representação, responda:

a) Qual o significado dos sinais de mais (+)?

b) Que significa a seta (#)?

c) Que substâncias são consumidas (gastas) no processo?

d) Que substâncias são formadas (produzidas)?

e) Quais são os reagentes e quais são os produtos do processo representado?

6. Interprete a seguinte representação usando o que aprendeu neste capítulo: carvão + oxigênio # gás carbônico

7. A substância cloreto de amônio, um sólido branco, é empregada desde a Antiguidade como adubo para vegetais. Os egípcios, por exemplo, obtinham-na a partir do esterco de camelo. Muitos dos fertilizantes atualmente produzidos em indústrias químicas contêm essa substância em sua composição. Sabe-se que:

• O *cloreto de amônio* sofre decomposição produzindo os gases *amônia* e *cloreto de hidrogênio*.

• Por decomposição, a amônia origina os gases *nitrogênio* e *hidrogênio*, e o cloreto de hidrogênio origina os gases *cloro* e *hidrogênio*.

• Os gases nitrogênio, hidrogênio e cloro não sofrem decomposição.

a) Quantas substâncias químicas diferentes são mencionadas nas três afirmações acima?

b) Quais delas são substâncias simples e quais são compostas? Deixe claro o critério que você empregou para responder.

6

O conceito de elemento químico,

segundo Boyle

e n o ts

No século XVII, o cientista irlandês Robert Boyle apresentou argumentos y ek/k

favoráveis a conceituar elemen to químico, ou simplesmente elemento, como c

tos

qualquer substância pura que não sofra decomposição (substância simples).

repU

Assim, hidrogênio e oxigênio são exemplos de elementos. Já a água e o peróxido s

de hidrogênio não são exemplos de elementos.

Essa concepção de elemento químico elaborada por Boyle foi

muito importante para o grande impulso que a Química teve, principalmente a partir do m Robert Boyle (1627-1691).

sécu lo XVIII, com o cientista francês Lavoisier. Atualmente, no entanto, a definição Gravura de Sammlung Ranch,

de elemento químico é um pouco diferente dessa. Por enquanto, por razões peda-retirada do livro *Album of science*

***famous scientist discoveries,* de**

gógicas, nos contentaremos com essa definição. Oportunamente, iremos retomá-la 1899. Universidade de Oxford,

e aperfeiçoá-la para chegar à definição moderna de elemento químico.

Inglaterra.

7

A Lei da Conservação da Massa,

de Lavoisier

Não há uma data que possamos estabelecer como o início da Química.

o de 1998.eir

No entanto, alguns cientistas que viveram nos séculos XVII e XVIII deram importantes contribuições para o estabelecimento dessa ciência.

k c o t

Entre esses cientistas, um dos mais importantes foi o francês Antoine Laurent s nit

Lavoisier. Seus trabalhos, realizados no século XVIII, foram tão importantes AL-gk

que alguns o consideram o "pai da Química". Dentre suas contribuições, a mais AMU

conhecida e relevante é a Lei da Conservação da Massa, enunciada por ele após LB

A

realizar inúmeras rea ções químicas dentro de recipientes fechados.

Usando uma balança, Lavoisier determinou a massa do recipiente antes e depois de a reação química acontecer. Comparando as medidas, ele pôde enunciar que: m Antoine Laurent Lavoisier

(1743-1794). Gravura colorizada

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A massa final de um recipiente fechado, após ocorrer dentro dele uma de 1860. Biblioteca Nacional da

França, Paris.

reação química, é sempre igual à massa inicial.

odução pr

Repr

Essa importante generalização é a Lei da Conservação da Massa, ou Lei de Lavoisier, que também pode ser enunciada de outra maneira: Quando uma reação química é realizada num recipiente fechado, a massa dos produtos é igual à massa dos reagentes.

Vejamos um exemplo*:

água

#

hidrogênio

+

oxigênio

18 g

2 g

16 g

Reagente

Produtos

LAUrence dUtton/stone/getty iMAges

Note que a massa do reagente (18 g) é igual à massa total dos produtos (2 g + 16 g = 18 g).

m Comprimidos efervescentes

Mas por que Lavoisier escolheu recipientes fechados?

reagindo com água, em copo

aberto: exemplo de reação

química em recipiente aberto que,

*** Embora este capítulo tenha a preocupação de mostrar fatos importantes na história da Química, alguns portanto, permite a saída do gás**

dos exemplos de substâncias e de reações aqui mostrados não foram conhecidos e/ou estudados nas épocas produzido. Por causa dessa saída

mencionadas. Esses exemplos foram escolhidos pela conveniência didática. Além disso, aqui se utiliza a de gás, a massa final do sistema é

linguagem da Química atual e não da época em que viveram os cientistas mencionados.

menor que a massa inicial.

Entre os reagentes e/ou entre os produtos de uma reação química podem existir substâncias gasosas, tais como o oxigênio, o hidrogênio e o gás carbônico. Se, por exemplo, uma substância E

gasosa for produzida numa reação, ela sairá espontaneamente do recipiente e sua massa não será n O TS

medida pela balança como parte da massa final do sistema. Ao escolher recipientes fechados, Y EK/

Lavoisier elimi nou dúvidas sobre a possível entrada ou saída de gases do sistema.

KC

TOS

Há quem considere a Lei de Lavoisier o marco inicial da Química. Essa lei, inclusive, incor-rEPu

porou-se aos "saberes populares", sendo frequentemente enunciada como: *na natureza nada se cria,* S

***nada se perde, tudo se transforma*.**

8

A Lei das Proporções Constantes, de Proust

O estudo das reações de decomposição foi importante para que o francês Joseph-Louis Proust descobrisse que as substâncias compostas têm uma composição fixa.

Usaremos como exemplo a substância água, que é composta pelos elementos hidrogênio e oxigênio. Veja os seguintes dados experimentais, referentes à decomposição de amostras de diferentes massas de água:

Decomposição de:

água

#

hidrogênio

+

oxigênio

9 g de água

9 g

1 g

8 g

18 g de água

18 g

2 g

16 g

o de 1998.eir

27 g de água

27 g

3 g

24 g

K C

100 g de água

100 g

11,11 g

88,89 g

O T SniTal-

Vamos dividir a massa de hidrogênio pela massa de oxigênio de cada uma dessas experiên-GK a

cias. Fazendo isso, chegamos a uma mesma fração.

mu

lb

massa de hidrogênio

1 g

2 g

3 g

11,11 g

a

_____

__

___

___

_____

massa de oxigênio 5 8 g 5 16 g 5 24 g 5 88,89 g Esses dados revelam que a proporção entre os elementos que compõem a água permanece constante: a massa de oxigênio sempre é 8 vezes maior que a massa de hidrogênio. Em outras palavras, a composição da água, em massa, é sempre de 1 parte de hidrogênio para 8 partes de oxigênio.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Vejamos outro exemplo, o do gás carbônico:

odução pr

Decomposição de:

gás carbônico

#

carbono

+

oxigênio

Repr

11 g de gás carbônico

11 g

3 g

8 g

22 g de gás carbônico

22 g

6 g

16 g

44 g de gás carbônico

44 g

12 g

32 g

100 g de gás carbônico

100 g

27,27 g

72,73 g

Dividindo a massa de carbono pela de oxigênio:

3 g

6 g

12 g

27,27 g

massa de carbono

_____

—

—

—

—

massa de oxigênio 5 8 g 5 16 g 5 32 g 5 72,73 g Assim, podemos afirmar que a composição do gás carbônico, em massa, é sempre de 3 partes de carbono para 8 partes de oxigênio.

Por meio de muitos estudos similares a esses, Proust concluiu que: A composição química das substâncias compostas é sempre constante, não importando qual sua origem.

Em outras palavras:

Certa substância composta, seja obtida de fontes naturais ou produzida em laboratório, sempre é formada pelos mesmos elementos químicos numa mesma proporção em massa.

Essa generalização ficou conhecida como Lei das Proporções Constantes, ou Lei de Proust.

/ t e m

É importante que você perceba neste momento uma distinção importantíssima r a eh nC o

entre substância pura e mistura.

t

s

s

e

y

v i e

h

k /

Uma substância pura, como enuncia a Lei das Proporções Constantes, possui C

y

r

r

a

a

/ r

sempre a mesma composição. Assim, por exemplo, a água pura — não importa se r

la lib

u n

veio da chuva, do mar, de um rio, do subsolo etc., desde que esteja adequadamente a

tiC m

r eg

purificada — sempre será formada por hidrogênio e por oxigênio numa mesma pa id

o r

ã

proporção, ou seja, sempre terá a mesma composição.

e b

leç th

Co

Já as misturas não têm composição constante. Considere, por exemplo, misturas feitas com água e sal. Essas misturas não têm necessariamente a mesma proporção entre as quantidades de água e de sal em sua composição. Podemos fazer uma mis- m
Joseph-Louis Proust (1754-1826).

tura com uma colherada de sal em um copo de água e outra com duas colheradas Gravura de Ambroise Tardieu, de de sal na mesma quantidade de água.

1795. Coleção particular.

Para as misturas não vale, portanto, a Lei de Proust.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

o de 1998.

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

eir

8. Quando uma solução

Sobre essa experiência, responda às perguntas:

aquosa da substância

a) O sistema usado é aberto ou fechado? Justifique.

nitrato de prata (inco-

b) O que se pode prever sobre a massa final do sis-

a jr./Cid

lor) é adicionada a uma

tema, se comparada à massa inicial?

solução aquosa de clo-

c) Qual é a lei científica que permite a você fazer a reto de sódio (incolor),

sérgio dott

previsão pedida no item anterior? Quem a enun-

ocorre uma reação quí-

ciou? Qual seu enunciado?

mica em que se forma

9. O óxido nítrico foi estudado em laboratório. Na decom-a substância cloreto de

posição de diferentes quantidades dessa substância

prata, que é branca e

os resultados foram:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

insolúvel em água.

A foto ao lado mostra

óxido

Decomposição de:

 # nitrogênio 1 oxigênio

odução pr

a formação do cloreto

nítrico

Repr

de prata.

15 g de óxido

15 g

7 g

8 g

Num laboratório escolar, foi montado o sistema ilus-

30 g de óxido

30 g

14 g

16 g

trado abaixo. Inicialmente, sua massa foi determina-

60 g de óxido

60 g

28 g

32 g

da com auxílio de uma balança. A seguir, sem tirar

90 g de óxido

90 g

42 g

48 g

a tampa, a garrafa foi virada de cabeça para baixo,

permitindo o contato das soluções e a formação do

Mostre, em seu caderno, que esses resultados estão de

cloreto de prata. Finalmente, a massa do sistema foi

acordo com a Lei de Lavoisier e com a Lei de Proust.

novamente determinada.

10. Os seguintes dados se referem à decomposição da Tampa

amônia:

Decomposição de: amônia # nitrogênio 1 hidrogênio

17 g de amônia

17 g

?

3 g

o

CCe

34 g de amônia

34 g

28 g

?

Tubo de

ensaio

n sos

51 g de amônia

51 g

?

9 g

Solução aquosa

ilda

de nitrato de prata

Garrafa

a) Use a Lei de Lavoisier para prever os valores que

plástica

faltam.

Solução aquosa

b) Mostre que os valores obtidos obedecem à Lei de

de cloreto de sódio

Proust.

60

Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

/

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

T E m r a Eh nCO

Exercício Resolvido

T

S

S

E

Y

v i E

h

K /

11. Use os dados da questão 9 para determinar a porcentagem da massa do óxido nítrico que se deve C

Y

r

r

a

a

/ r

ao nitrogênio e a porcentagem que se deve ao oxigênio.

r

la lib

u na

Resolução

TiC m

r EG

Pa iD

A ideia de descobrir a porcentagem da massa que se deve ao nitrogênio e ao oxigênio nada mais é O r

ã E b

do que descobrir a massa de cada um deles em 100 g de óxido nítrico.

lEç Th

CO

Assim, podemos montar o seguinte esquema:

óxido nítrico n nitrogênio + oxigênio

15 g de óxido 15 g

7 g

8 g

100 g de óxido 100 g

x

y

Assim, podemos montar a seguinte regra de três:

Massa de óxido

Massa de nitrogênio

15 g

7 g

100 g

x

Efetuando a regra de três, chegamos ao valor de *x*:

100 g ? 7 g

o de 1998.eir

***x* 5**

_____

15 g

V *x* 5 46,7 g

Em 100 g de óxido nítrico há 46,7 g de nitrogênio. Assim, a porcentagem de nitrogênio é de 46,7%.

O que falta para 100% é a parte que corresponde ao oxigênio, ou seja, 53,3%.

12. O metano, também conhecido como "gás dos pântanos", é uma substância composta pelos elementos carbono e hidrogênio. Considere os seguintes dados referentes à decomposição de diferentes quantidades desse gás:

Decomposição de:

metano

#

carbono

+

hidrogênio

4 g de metano

4 g

3 g

x

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

8 g de metano

8 g

6 g

?

12 g de metano

12 g

9 g

?

odução pr

16 g de metano

16 g

?

?

Repr

20 g de metano

20 g

?

?

100 g de metano

100 g

?

?

a) Determine o valor de *x* e explique como chegou a ele.

b) Copie a tabela em seu caderno e determine os valores que devem ser colocados no lugar das interrogações. Explique o raciocínio que você usou para chegar a eles.

c) Com base na tabela devidamente preenchida, pode-se afirmar que a composição do metano, em massa, é de 75% de carbono para 25% de hidrogênio? Explique.

13. Utilize os dados da questão 10 para determinar a porcentagem em massa de nitrogênio e de hidrogênio na composição da amônia.

Para responder às questões de números 14 e 15, considere o enunciado:

"Experimentalmente, verifica-se que na reação completa de 52 g de crômio com 24 g de oxigênio resulta óxido de crômio III. Numa segunda experiência, 26 g de crômio são totalmente transformados no óxido."

14. (Unifor-CE) Quantos gramas do produto são obtidos na segunda experiência?

a) 34

b) 38

c) 50

d) 52

e) 56

15. (Unifor-CE) Para o cálculo da massa do produto aplicaram-se as leis ponderais de

a) Lavoisier e Proust.

c) Dalton e Proust.

e) Dalton e Richter.

b) Lavoisier e Dalton.

d) Proust e Richter.

61

Informe-se sobre a Química

Antoine laurent lavoisier

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) deu uma grande contribuição para estabelecer a Química como uma ciência quantitativa ao mostrar a importância de se efetua rem medidas exatas nas investigações experimentais. Em um de seus experimentos ele aqueceu óxido de mercúrio e observou que este se decompunha produzindo mercúrio metálico e um gás ao qual deu o nome de oxigênio. Não foi observada variação na massa depois de terminada a reação em recipiente fechado.

arquivO PESSOal DOS auTOrES

arquivO PESSOal DOS auTOrES

o de 1998.eir

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Vista parcial de alguns aparelhos utilizados por Lavoisier em

Balança fabricada para ser utilizada nos

seus experimentos, em exposição no Conservatório Nacional

experimentos de Lavoisier, em exposição

de Artes e Ofícios, Paris, 2006.

no mesmo local e data.

odução pr

Repr

Lavoisier realizou muitos outros experimentos quantitativos. Ele observou que, na queima de carbono, este se combina com oxigênio para formar dióxido de carbono (gás carbônico). Lavoisier foi o primeiro cientista a compreender o papel do oxigênio na combustão e, mesmo não tendo sido o descobridor desse elemento, foi ele quem lhe atribuiu o nome de oxigênio.

Publicou em 1789 o famoso *Traité Élémentaire* (Tratado Elementar de Química), o primeiro livro de texto moderno da Química.

Esclareceu a designação das substâncias químicas, a química da combustão e a conservação da matéria na transformação química. Hoje em dia, consideramos fundamentais as ideias desenvolvidas por ele, e não devemos nos esquecer de que essas ideias são essenciais para a ciência moderna e que, num certo período da História, elas representaram um avanço significativo dos esforços humanos.

Baseado na definição de Boyle sobre elemento químico, Lavoisier incluiu uma tabela com 33 elementos em seu livro Tratado Elementar de Química. Alguns dos elementos que apareciam em sua tabela não eram realmente elementos, porém Lavoisier foi o primeiro a utilizar nomes modernos e de certa forma sistemáticos para os elementos químicos.

Introdução ao conceito de reação química

Capítulo 3

Antimônio

Ferro

Fósforo

Arsênio

Chumbo

Platina

Bismuto

Manganês

Prata

Carbono

Mercúrio

Enxofre

Cobalto

Molibdênio

Estanho

Cobre

Níquel

Tungstênio

Ouro

Nitrogênio

Zinco

Hidrogênio

Oxigênio

Além disso, Lavoisier relacionou substâncias identificadas como *terras* e *radicais*.

Eram substân cias simples, de acordo com os conhecimentos da época, e diferentes dos elementos relacionados acima; hoje sabemos que são compostos. Exemplos: CaO, MgO, SiO2, A,2O3 (terras) e HC,, HF, B2O3 (radicais).

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

o de 1998.eir

1. Explique por que o caráter quantitativo da pesquisa de Lavoisier foi importante em seus estudos sobre o oxigênio.

2. Dentre as substâncias catalogadas por Lavoisier, como podemos, na nomenclatura de hoje, classificá-las quanto à capacidade de sofrer decomposição?

3. Os elementos listados por Lavoisier podem apresentar outras características em comum além da capacidade de sofrer decomposição. Agrupe os elementos que tenham características parecidas. Justifique suas escolhas.

4. O capítulo 3 mostrou duas importantes leis da Química: a de Lavoisier e a de Proust. Res-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ponda após a leitura das afirmações abaixo se você está de acordo ou não com cada uma delas e justifique cada resposta com suas palavras tendo como base as leis estudadas.

odução pr

Repr

a) A massa de uma bateria de celular é a mesma antes e depois de ser utilizada.

b) Uma amostra de 27 g de água pura trazida da França, após ser analisada, apresentou na sua constituição 3 g de hidrogênio e 24

g de oxigênio. Uma amostra de 18 g de água pura trazida do Canadá após ser analisada, apresentou na sua constituição 2 g de hidrogênio e 16 g de oxigênio.

É perfeitamente possível supor, baseado nestes dados, que uma amostra de 54 g de água pura trazida da China seja constituída de 4 g de hidrogênio e 50 g de oxigênio.

c) Quando óxido de mercúrio sofre decomposição, a massa de mercúrio e oxigênio formados é igual à massa de óxido de mercúrio decomposta.

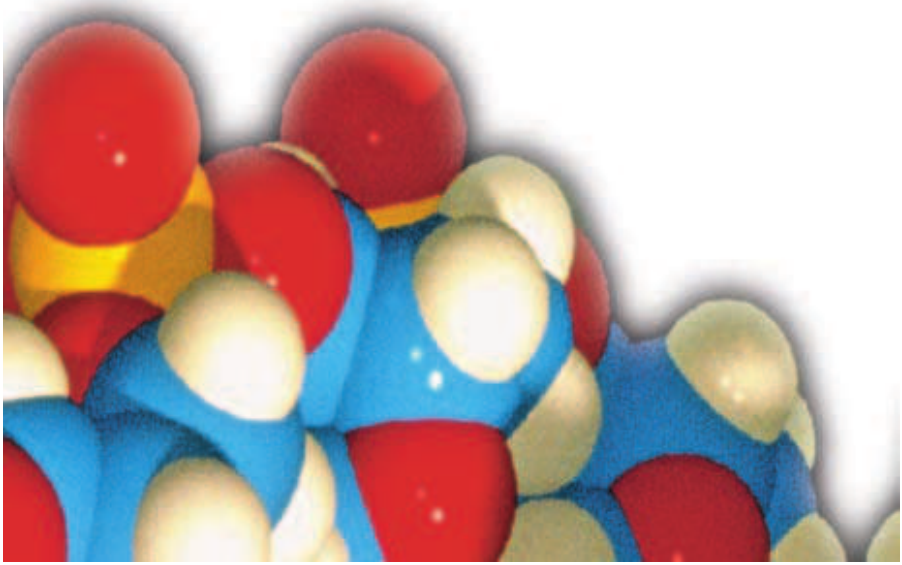
Reavalie o que você pensa a respeito

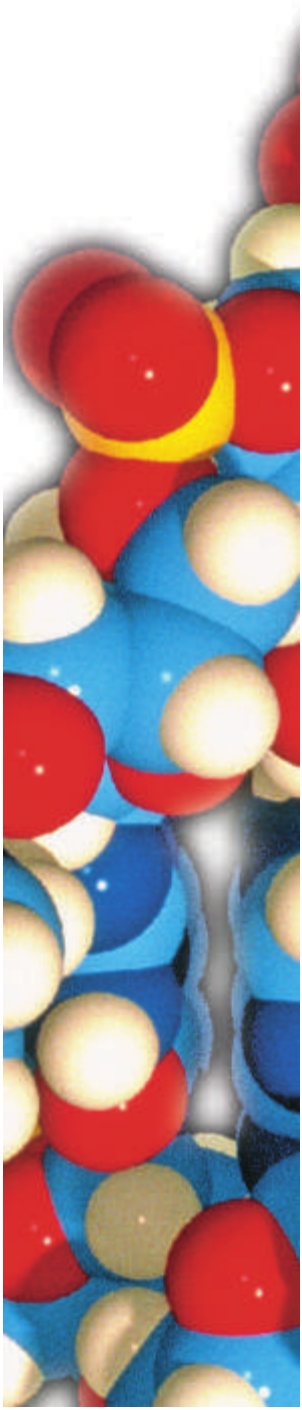
Verifique em que mudaram

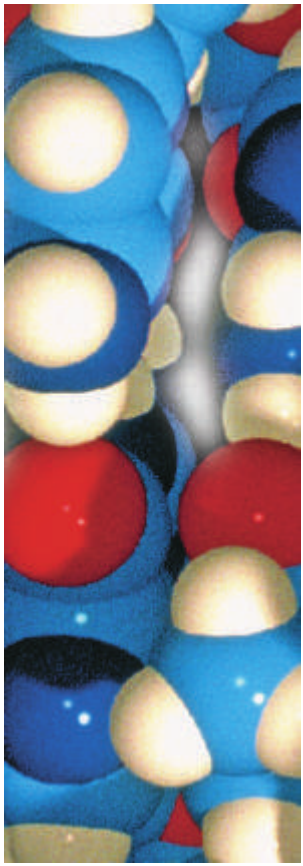
Resolva em seu caderno

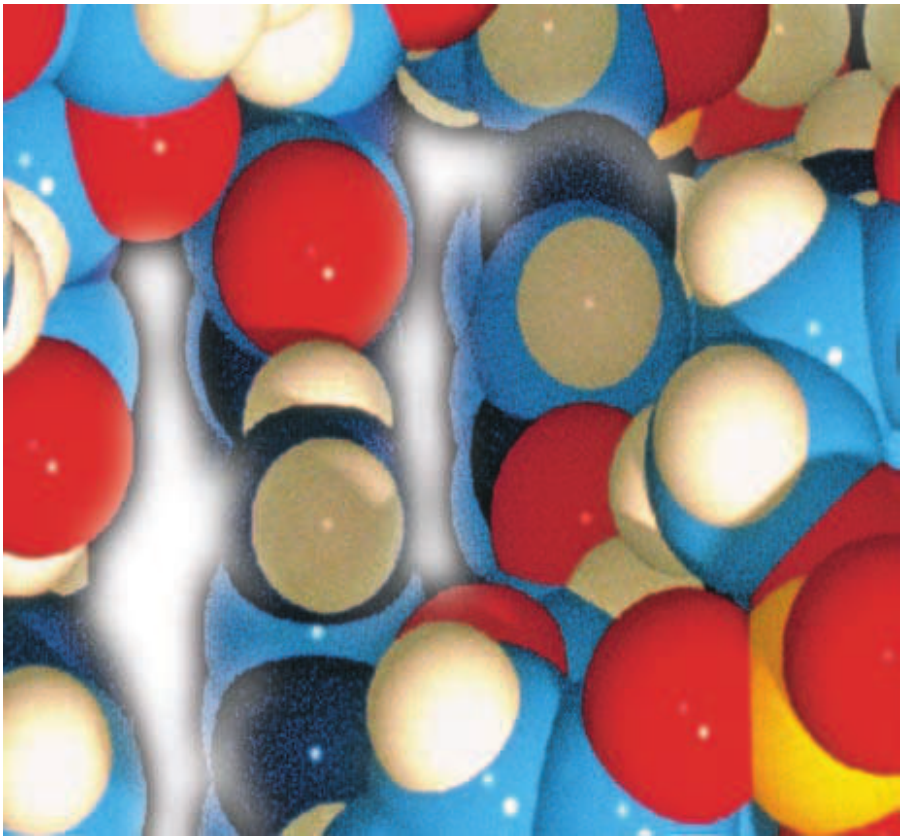
suas concepções prévias

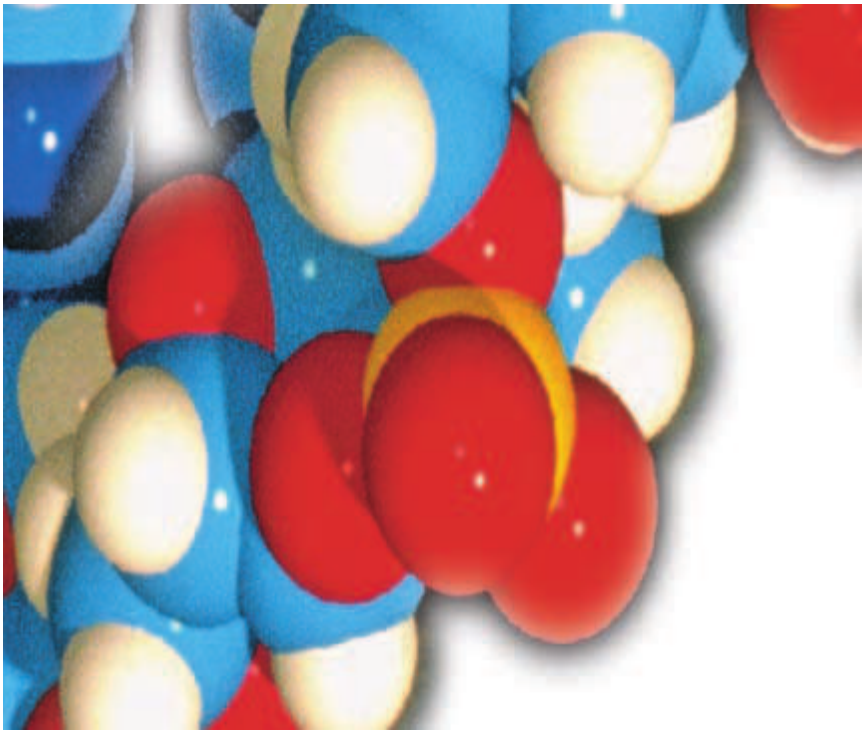
Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

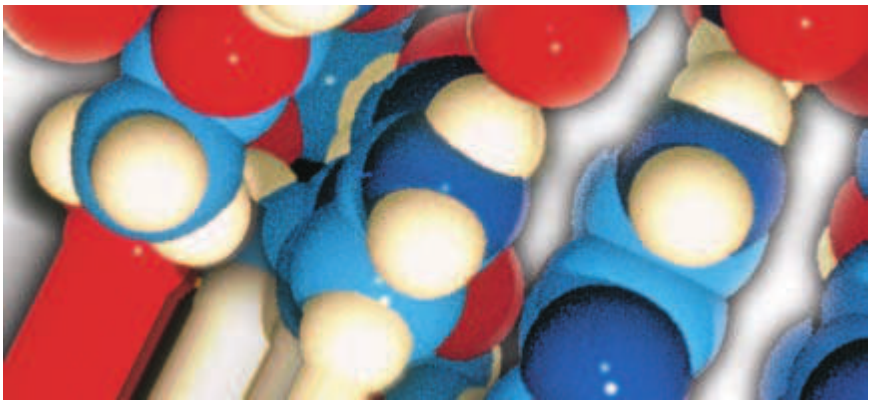


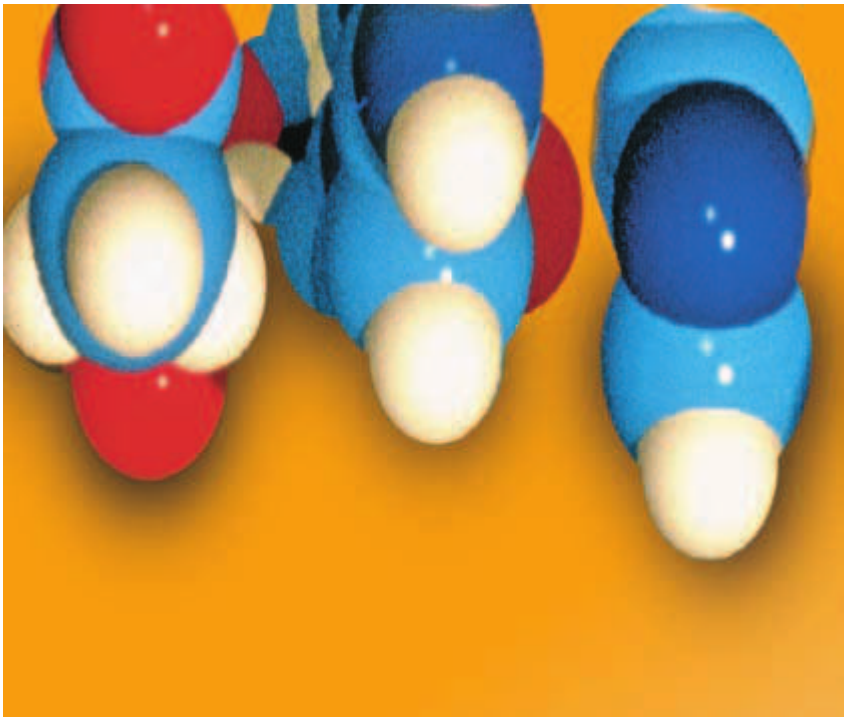


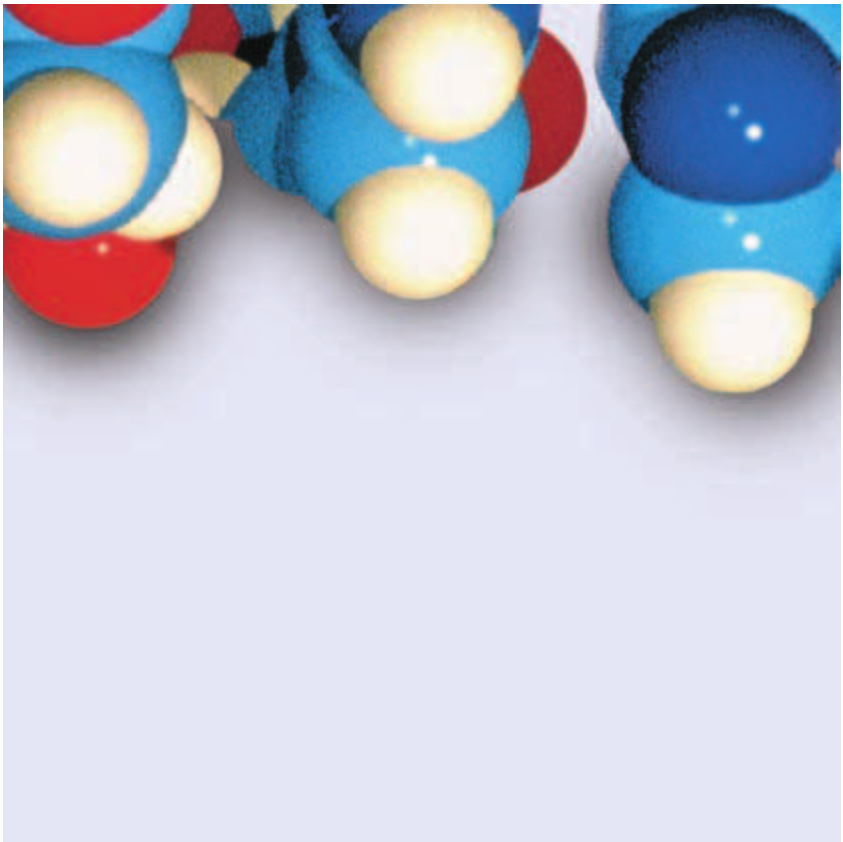












LO

O

4 Do macroscópico

ao microscópico: átomos

APÍTULC

e moléculas

TinSTOCK

arD/PhOTO

KEnnETh EW

rESEarChErS/la

Alguns conteúdos importantes:

Teoria Atômica de Dalton

O ser humano confi a

bastante nas sensações visuais

Conceito de elemento químico dentro da Teoria Atômica

para reconhecer os objetos, os

de Dalton

materiais e os seres vivos. Forma

e cor são consideradas pelos

Noção do conceito de molécula

químicos como características

macroscópicas. Neste capítulo

Símbolos* 3 *fórmulas

iniciaremos o estudo de um

"mundo" muito além da nossa

Distinção entre substância simples e substância composta com
capacidade de enxergar e que

base no conceito de elemento químico de Dalton

é investigado pelos cientistas

por meio de evidências

Equação química

indiretas. Trata-se do “mundo”

microscópico dos átomos e das

Balanceamento de uma equação química

moléculas. Na foto, trecho de um

modelo molecular do DNA, no

Os níveis de trabalho da Química, o macroscópico e o

qual cada esfera representa um

microscópico, e o uso de representações

átomo, em cor fantasiosa.

64

Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• substância pura

• mistura

aDilSOn SECCO

• substância simples

• substância composta

• modelos de moléculas

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Após realizar muitas experiências, um cientista ou grupo de cientistas pode perceber regularidades. Toda vez que uma regularidade é descoberta, ela pode ser enunciada usando palavras e/ou equações matemáticas e passa a ser denominada lei, ou princípio.

Para uma lei ser válida, ela não precisa ser explicada; basta que seja observada por meio de muitas experiências. Em outras palavras, uma lei generaliza um compor-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tamento regular das coisas. (Aliás, a palavra *regular* vem do latim *regula*, que designa comportamento segundo um padrão definido, uma regularidade, enfim um compor-odução pr

tamento regrado.)

Repr

Teoria, por outro lado, é uma proposta de explicação para uma ou mais leis. Uma teoria pode ser aceita pelos cientistas durante muitos anos como a melhor maneira de explicar acontecimentos naturais. Porém, graças à descoberta de novas leis ou de novos fatos que ela não explique satisfatoriamente, uma teoria pode ser aperfeiçoada ou substituída por outra mais adequada.

No capítulo anterior, estudamos a Lei da Conservação da Massa, de Lavoisier, e a Lei das Proporções Definidas, de Proust. Também conhecemos a concepção de Boyle para elemento químico. Segundo ele, elemento químico é toda substância que não pode ser decomposta em outras substâncias, ou seja, para Boyle elemento químico é o mesmo que atualmente denominamos substância simples.

Neste capítulo, você conhecerá outra maneira de definir elemento químico (mais próxima da concepção atual, que será estudada no capítulo 5) elaborada pelo cientista inglês John Dalton no início do século XIX. Você também verá que Dalton propôs uma teoria que visa explicar as leis enunciadas por Lavoisier e por Proust.

1 A Teoria Atômica de Dalton

Entre 1803 e 1808, o cientista inglês John Dalton propôs uma teoria para explicar as leis enunciadas por Lavoisier e Proust. Essa teoria, que será comentada a seguir, ficou conhecida como Teoria Atômica de Dalton.

A palavra átomo vem do grego e significa "indivisível". Ela foi usada pela primeira vez por alguns filósofos da Grécia Antiga que, baseados em argumentos filosóficos, propunham que todas as coisas são formadas por partículas muito pequenas e

indivisíveis, os átomos.

Alguns pontos importantes da Teoria de Dalton, em linguagem moderna, são:

• Todas as substâncias são formadas por átomos.

• Os átomos de um mesmo elemento químico são iguais em todas as suas características (por exemplo, tamanho e massa).

• Os átomos dos diferentes elementos químicos são diferentes entre si.

• As substâncias simples são formadas por átomos de um mesmo elemento químico.

• As substâncias compostas (também chamadas compostos químicos, ou simplesmente compostos) são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos diferentes, o de 1998.eir

que se combinam sempre numa mesma pro porção.

• Átomos não são criados nem destruídos; são esferas rígidas indivisíveis.

• Nas reações químicas, os átomos se recombinam.

Átomos

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Substâncias simples

odução pr

Repr

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

Substâncias compostas

 Representação de átomos, substâncias simples e substâncias compostas na Teoria de Dalton. (Os átomos estão representados por esferas, em cores fantasiosas e ampliados cerca de 35 milhões de vezes.) 1.1 Símbolos representam elementos

São conhecidos atualmente mais de 100 elementos químicos. Cada um deles tem um nome e um símbolo diferente.

Os símbolos dos elementos são formados por uma ou duas letras. A primeira é sempre maiús-cula e a segunda, caso exista, é sempre minúscula. Alguns exemplos de símbolos são mostrados na tabela 1.

66

Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

Em muitos casos, o símbolo de um elemento vem de uma ou duas letras tiradas de seu nome em latim. Por causa disso, nem todos os símbolos têm relação lógica com o nome do elemento em português.

tabela 1 Símbolo de alguns elementos químicos

Elemento

Símbolo

Elemento

Símbolo

Elemento

Símbolo

Alumínio

A,

Flúor

F

Nitrogênio

N

Bromo

Br

Fósforo

P

Ouro

Au

Cálcio

Ca

Hidrogênio

H

Oxigênio

O

Carbono

C

Iodo

I

Platina

Pt

Chumbo

Pb

Magnésio

Mg

Potássio

K

Cloro

C,

Manganês

Mn

Prata

Ag

Enxofre

S

Mercúrio

Hg

Sódio

Na

Ferro

Fe

Níquel

Ni

Zinco

Zn

1.2 Fórmulas representam substâncias

Certamente você já ouviu falar que a fórmula da água é H2O. Outros exemplos de fórmulas usadas pelos químicos são CO2 (gás carbônico), N2 (gás nitrogênio), O2 (gás oxigênio), O3 (gás ozônio), C2H6O (etanol), C6H12O6 (glicose), NH3 (amônia) e CH4 (gás metano).

o de 1998.eir

Todas as substâncias são formadas por átomos. As substâncias simples são formadas por átomos de um único elemento e as substâncias compostas, por átomos de dois ou mais elementos diferentes.

As moléculas são as menores unidades que apresentam a composição característica de uma substância. Elas são formadas pela união de dois ou mais átomos.*

Para representar as moléculas de uma substância, seja ela simples, seja ela composta, os químicos utilizam fórmulas.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Na fórmula de uma substância, são colocados os símbolos dos elementos que tomam Repr

parte de sua composição e números, os índices de atomicidade, que indicam a proporção em que os átomos do elemento estão presentes na substância. Se o índice de atomicidade não for escrito, é porque seu valor é 1.

Assim, por exemplo:

• A fórmula O

Símbolo

Fórmula

2 representa a substância cujas moléculas são formadas

por dois átomos do elemento químico oxigênio.

representa

representa

• A fórmula O3 representa a substância cujas moléculas são formadas por três átomos do elemento químico oxigênio.

Elemento

Substância

químico

pura

• A fórmula H2O representa a substância cujas moléculas são formadas por dois átomos do elemento químico hidrogênio e um átomo do ele-por exemplo

por exemplo

mento químico oxigênio.

• h

• K

• o2

• A fórmula NH3 representa a substância cujas moléculas são formadas

• C

• Ca

• o3

por um átomo do elemento químico nitrogênio e três átomos do ele-

• n

• A,

• h o

2

mento químico hidrogênio.

• o

• Fe

• CO2

• F

• Zn

• NH3

• Na • Au

• C h o

2

6

*** Existem substâncias que não são formadas por moléculas. São as substâncias iônicas e as substâncias**

• Mg • Pb

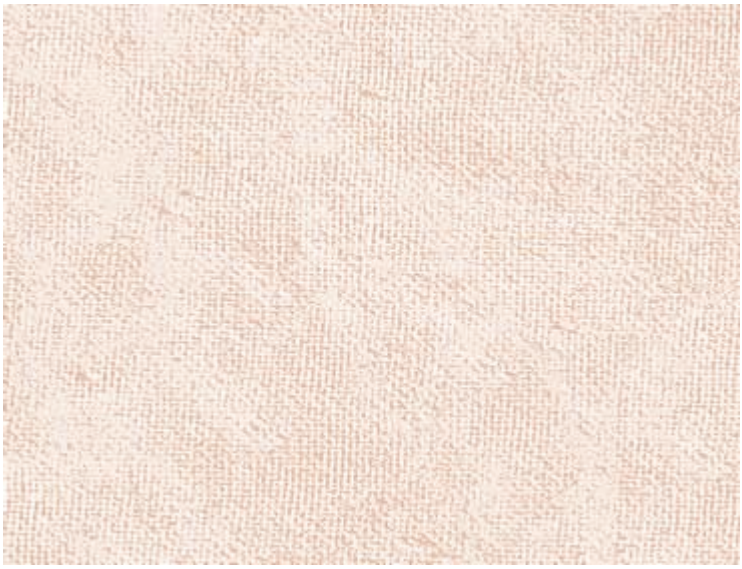
• h Po

metálicas, cujo estudo deixaremos para capítulos subsequentes.

3

4

67



2 Reformulação do conceito de elemento.

Distinção entre elemento e substância simples

A partir da Teoria de Dalton surgiu um novo significado para elemento químico, que passou a ser não mais considerado sinônimo de substância simples, mas sim um conjunto de átomos que possuem características semelhantes e que tomam parte da constituição das substâncias.

As substâncias simples são formadas por átomos de apenas um elemento e as substâncias compostas, por átomos de dois ou mais elementos, conforme salienta o esquema abaixo.

Substância pura

A tabela periódica deve ser

pode ser

pode ser

Simples

Composta

consultada!

formada por

formada por

No final deste livro há uma tabela

periódica dos elementos. Ela é um

átomos de

átomos de 2

• h

• h o

instrumento de consulta.

apenas 1

2

2

ou mais

elemento

• o

• CO

2

2

elementos

Pesquise nela os nomes e os símbo-

químico

• o

• NH

3

3

químicos

los sempre que julgar necessário. Aos

• n

• C h o

2

2

6

poucos, você acabará memorizando

por exemplo

• S

• h Po

por exemplo

8

3

4

os que mais utilizar.

o de 1998.eir

Hidrogênio (H2), gás incolor.

Oxigênio (O2), gás incolor.

Ozônio (O3), gás incolor.

Nitrogênio (N2), gás incolor.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

Bromo (Br2), líquido castanho.

Enxofre (S8), sólido amarelo.

Água (H2O), líquido incolor.

Gás carbônico (CO2), incolor.

Amônia (NH3), gás incolor.

Metano (CH4), gás incolor.

Etanol (C2H6O), líquido incolor.

Glicose (C6H12O6),

sólido branco.

Esquema mostrando modelos para as moléculas de algumas substâncias. (Átomos representados por esferas em cores fantasiosas, ampliados cerca de 20 milhões de vezes.)

Legenda para os átomos:

Hidrogênio

Oxigênio

Nitrogênio

Carbono

Bromo

Enxofre

Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. A linguagem científica tem por objetivo facilitar a

comunicação entre indivíduos que fazem pesquisas científicas e também entre os que estão estudando determinada Ciência. Os símbolos e as fórmulas fazem parte da linguagem científica da Química e se destinam a diferentes finalidades. Qual é a

finalidade de cada um?

2. O açúcar de cana, cientificamente denominado sacarose, é uma substância formada por moléculas e

representada por $C_{12}H_{22}O_{11}$. Explique o significado da representação $C_{12}H_{22}O_{11}$, relacionando-a à molécula de sacarose.

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

3. O vinagre é uma mistura de vários componentes,

◆

◆

mas para esta questão vamos considerá-lo como

sendo formado apenas por água (H2O) e ácido

acético (C2H4O2), sendo essa segunda substância

completamente solúvel em água.

o de 1998.eir

(Representações esquemáticas sem escala; cores fantasiosas.) a) O vinagre é uma mistura ou uma substância

pura?

Responda, justificando, qual(is) dos modelos

b) É correto dizer que o vinagre é uma solução?

representa(m):

Por quê?

a) substância pura simples?

c) Quantos elementos químicos há no vinagre?

b) substância pura composta?

c) mistura de substâncias?

4. A vitamina C é representada por C6H8O6

8. Para os modelos do exercício anterior, considere a

a) Essa representação — C6H8O6 — é um símbolo

legenda:

ou uma fórmula química?

b) Quantos elementos fazem parte dessa substância?

Átomo de hidrogênio

Átomo de oxigênio

Átomo de flúor

Átomo de carbono

iluSTraçõES:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5. A hemoglobina é uma substância presente no san-

aDilSOn SECCO

gue, responsável pelo transporte de oxigênio às

a) Procure no texto deste capítulo o símbolo de cada um des-
odução pr

diversas partes do corpo humano. Ela pode ser

ses elementos químicos e escreva-o em seu caderno.

Repr

representada pela fórmula C2952H4664O812S8Fe4.

b) Escreva a fórmula da(s) substância(s) representada(s)

a) Quantos elementos químicos compõem essa

em cada um dos desenhos de a até h do exercício 7.

substância?

9. Nitrogênio e oxigênio são dois elementos que se combi-

b) Qual o nome de cada um?

nam para formar diversas substâncias químicas diferen-

6. O ácido sulfúrico é a substância química produzida e tes. Cada um dos modelos a seguir ilustra uma diferente

comercia lizada em maior quantidade pela indústria

substância formada por eles. Considerando que as esferas

química mundial. Essa substância é formada por

azuis representam o nitrogênio e as vermelhas o oxigênio,

moléculas nas quais há dois átomos de hidrogênio,

escreva a fórmula que representa cada uma dessas subs-

tâncias. (Nas fórmulas, escreva o símbolo do nitrogênio

um átomo de enxofre e quatro de oxigênio.

antes do oxigênio. Esse é um "costume" dos químicos.)

Represente o ácido sulfúrico por meio de uma

fórmula.

a)

d)

7. Um dos importantes assuntos deste capítulo é a

interpretação de modelos que representam as subs-

tâncias em nível molecular (chamados modelos

b)

e)

moleculares).

As perguntas dos itens a seguir se referem à interpretação dos seguintes desenhos, nos quais esferas

c)

f)

de uma mesma cor representam átomos de um mesmo elemento químico e esferas de cores diferentes representam átomos de elementos distintos.

(Representações esquemáticas sem escala; cores fantasiosas.) 69

10. Carbono e hidrogênio também são dois elementos que se combinam para formar diversas substâncias químicas diferentes. Nos modelos moleculares a seguir, as esferas pretas representam o carbono e as cinza o hidrogênio (cores fantasiosas). Escreva a fórmula que representa cada uma dessas substâncias. (Escreva o símbolo do carbono antes do hidrogênio.) a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

h)

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

11. Existe diferença entre representar uma substância

a) P, Ar, Sr

c) Pb, Ag, Sb

e) Po, S, Bi

por NO_2 ou por N_2O_4? Explique.

b) Pm, At, Sn

d) Pu, Hg, Si

12. O ar atmosférico contém predominantemente ni-

17. (FUERN) Os elementos químicos cobre, fósforo, prata
trogênio (N_2) e, em segundo lugar, oxigênio (O_2).

e sódio são representados, respectivamente, pelos

O ar também contém vapor de água (H_2O), cuja

seguintes símbolos:

quantidade é variável de local para local e de um

a) Co, K, Ag, Si c) Ce, Fr, Pr, Na e) Cu, F, Pt, K

dia para outro.

b) Cr, P, Ar, S

d) Cu, P, Ag, Na

O ar contém ainda pequenas quantidades de argônio

(Ar), gás carbônico (CO_2) e reduzidíssima quantidade

18. (Ufac) Com relação às substâncias O2, H2, H2O, Pb, o de 1998.eir

de hélio (He), neônio (Ne), criptônio (Kr), xenônio (Xe)

CO2, O3, CaO e S8, podemos afirmar que:

e radônio (Rd). Em locais poluídos, podem estar pre-

a) todas são substâncias simples.

sentes, entre outros, dióxido de enxofre (SO2), trióxido

b) somente O

de enxofre (SO

2, H2 e O3 são substâncias simples.

3), ozônio (O3), monóxido de nitrogênio

c) todas são substâncias compostas.

(NO) e dióxido de nitrogênio (NO2).

d) somente CO

a) Pesquise na tabela periódica (no final deste livro) o 2, CaO e S8 são substâncias compostas.

nome dos elementos presentes nessas substâncias

e) as substâncias O2, H2, Pb, O3 e S8 são simples.

e escreva-os em seu caderno.

19. (Ufes) Considere os seguintes sistemas:

b) Quais das substâncias mencionadas são simples?

I. nitrogênio e oxigênio;

c) Quais das substâncias mencionadas são compostas?

II. etanol hidratado;

13. Faz parte da linguagem química chamar as molé-

III. água e mercúrio.

Indique a alternativa correta.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

culas de monoatômicas, biatômicas, triatômicas e tetratômicas, conforme o número total de átomos que

a) Os três sistemas são homogêneos.

forma cada uma delas. Uma molécula é monoatômica

odução pr

b) O sistema I é homogêneo e formado por substân-

Repr

se contiver só um átomo, biatômica se contiver dois cias simples.

e assim por diante.

c) O sistema II é homogêneo e formado por substân-

Com base nessa informação, diga quais das substâncias

cias simples e compostas.

mencionadas na questão anterior têm moléculas:

d) O sistema III é heterogêneo e formado por subs-

a) monoatômicas;

c) triatômicas;

tâncias compostas.

b) biatômicas;

d) tetratômicas.

e) O sistema III é uma solução formada por água e

14. Não se utilizam fórmulas químicas para representar mercúrio.

misturas. Apenas para representar substâncias puras.

20. (Uema)

Você consegue explicar por quê?

I. Água (,) e água (s).

15. Utilizando esferas coloridas, faça em seu caderno um II. Gás oxigênio.

modelo que represente as moléculas das substâncias

III. Etanol e areia.

relacionadas a seguir:

IV. Gás carbônico e gás hidrogênio.

a) HC,

Relativamente aos sistemas acima, podemos afirmar

b) NH3 (O nitrogênio se une a cada um dos hidrogênios.) que existe uma:

c) CF4 (O carbono se une a cada um dos flúors.)

a) substância pura em III.

d) H_2O_2 (Um oxigênio se une ao outro; um hidrogênio

b) substância composta em II.

se une a cada oxigênio.)

c) mistura monofásica em III.

16. (Vunesp) Os nomes latinos dos elementos *chumbo*, *prata*

d) mistura bifásica em IV.

e *antimônio* dão origem aos símbolos químicos desses

e) mistura que pode ser homogênea se misturarmos

elementos. Estes símbolos são, respectivamente:

II com IV.

70

Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

21. (Univali-SC) No esquema a seguir estão representados a)
Substância pura simples, substância pura com-cinco sistemas, formados por moléculas constituídas

posta, mistura de 2 componentes, mistura de

por três tipos de átomos, representados por

.

3 componentes, mistura de 4 componentes.

Escolha a alternativa que identifica os sistemas I, II,

b) Substância pura simples, substância pura com-

III, IV e V corretamente.

posta, mistura de 3 componentes, mistura de

I

II

III

3 componentes, mistura de 4 componentes.

c) Mistura de 2 componentes, substância pura

composta, mistura de 3 componentes, mistura de

3 componentes, mistura de 4 componentes.

d) Substância pura composta, substância pura

IV

V

simples, mistura de 3 componentes, mistura de

3 componentes, mistura de 4 componentes.

e) Mistura de 2 componentes, substância pura

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

composta, mistura de 3 componentes, mistura de

4 componentes, mistura de 4 componentes.

3 Equação química

3.1 Uma equação química representa uma

reação química

o de 1998.eir

Voltemos ao exemplo da decomposição da água. Levando em água # hidrogênio + oxigênio conta a composição das moléculas envolvidas, podemos representar essa reação como mostrado ao lado.

A água, o reagente, é formada por moléculas H2O; o gás hidrogê-

 # +

nio e o gás oxigênio, os produtos, têm fórmulas H2 e O2, respectivamente. Assim, poderíamos representar a reação usando as fórmulas do reagente e dos produtos:

aDilSOn SECCO

H2O # H2 1 O2

(Representações esquemáticas sem escala;

Nessa representação, falta, porém, a proporção correta entre as cores fantasiosas.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

quantidades de moléculas envolvidas.

Uma representação mais correta é:

Ponha em prática

odução pr

Repr

H2O + H2O # H2 + H2 + O2

o que aprendeu

ou seja

Usando moedas de diferentes

2 H2O # 2 H2 + O2

valores, fichas coloridas, bolinhas

Agora, sim, está expressa a verdadeira proporção entre as quan-de massa de modelar, círculos

tidades de moléculas que participam da reação.

de papel colorido, bolinhas de

isopor ou outro material que a

A maneira de representar uma reação química é

imaginação sugerir, represente

denominada equação química.

as moléculas dos reagentes e dos

produtos das reações químicas

Os números que indicam a proporção entre as quantidades

cujas equações são:

de moléculas, numa equação química, são chamados de

2 H2O # 2 H2 + O2

coeficientes ou coeficientes estequiométricos.

C + O2 # CO2

Na equação química acima, o coeficiente da água é 2, o do hidro-
N2 + O2 # 2 NO

gênio é 2 e o do oxigênio é 1 (que não precisa ser escrito).

C + 2 H2 # CH4

Em equação: 2 H

N2 + 3 H2 # 2 NH3

2O # 2 H2 + O2

N2 + 2 O2 # 2 NO2

Em palavras: Duas moléculas de água reagem para formar duas
CH

moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio.

4 + 2 O2 # CO2 + 2 H2O

Outros exemplos de equações químicas são:

Em equação: N2 + 3 H2 # 2 NH3

Em palavras: Uma molécula de nitrogênio reage com três de hidrogênio para formar duas de amônia.

Em equação: C2H6O + 3 O2 # 2 CO2 + 3 H2O

Em palavras: Uma molécula de etanol reage com três de oxigênio para formar duas de gás carbônico e três de água.

3.2 Balanceamento de equações químicas

Quando escrevemos uma equação química, ela deve estar corretamente balanceada, ou seja, os coeficientes devem estar corretamente indicados. Caso contrário, não estará sendo respeitado o fato de os átomos se conservarem.

Por exemplo, a equação química N2 + O2 # NO não está corretamente balanceada, pois há menos átomos de N e de O no lado do produto. Contudo, essa equação ficará corretamente balanceada se colocarmos o coeficien te 2 na frente da fórmula do produto: N2 + O2 # 2 NO.

4 Explicação para as leis de Lavoisier e de Proust

o de 1998.eir

A Teoria de Dalton é uma proposta (bem-sucedida) de explicação para a Lei de Lavoisier e a Lei de Proust, apresentadas no capítulo anterior.

E N O T S

Numa reação química, os átomos apenas se recombinam. Então, já que os átomos não são Y E K/

destruídos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à dos produtos. Isso explica Y R A

a Lei de Lavoisier.

RBI

T L

2 H

R

2O

 # 2 H2 + O2

ANA

Antes:

M

Depois:

EG

• 4 átomos de H

ID

• 4 átomos de H

R

• 2 átomos de O

E B

• 2 átomos de O

TH

ADILSON SECCO

(Representações esquemáticas sem escala; cores fantasiosas.)

John Dalton

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

(1766-1844).

As moléculas de uma determinada substância são formadas por átomos que se unem Gravura de C.

odução pr

numa proporção bem definida. Na água, por exemplo, sempre há dois átomos de hidrogênio Turner, século

Repr

XIX. Biblioteca da

para um átomo de oxigênio.

Universidade de

Assim, não importa a quantidade da substância que consideremos, haverá sempre uma Edimburgo, Escócia.

proporção constante entre os átomos dos elementos que a consti tuem. Ou seja, tanto em um grama quanto em um quilograma ou em uma tonelada de água, a proporção em que os elementos hidrogênio e oxigênio estão presentes é sempre a mesma.

E como a proporção em que os átomos estão presentes é sempre a mesma, então a composição da substância é fixa, o que explica a Lei de Proust.

2 H2O

 # 2 H2 + O2

Antes:

Depois:

• 4 átomos de H

#

• 4 átomos de H

• 2 átomos de O

• 2 átomos de O

Antes:

Depois:

• 8 átomos de H

#

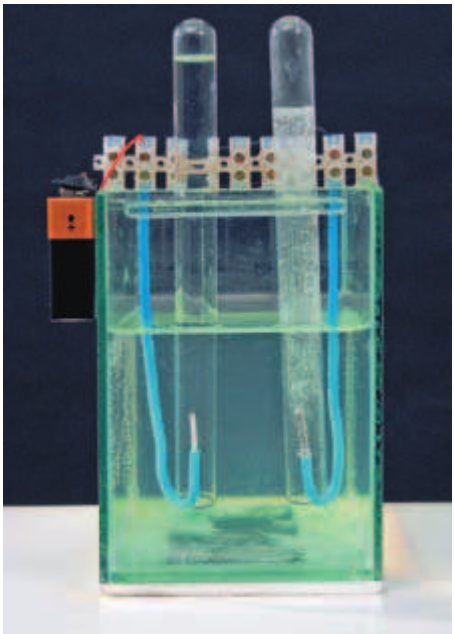
• 8 átomos de H

• 4 átomos de O

• 4 átomos de O

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

(Representações esquemáticas sem escala; cores fantasiosas.) 72



Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

5 Os níveis de trabalho da Química

O “mundo” ao qual estamos acostumados — das coisas que podemos ver, sentir, perceber, tocar ou medir — é o ponto de partida para as pesquisas em Química. Dizemos que as coisas que pertencem a esse “mundo” são do nível macroscópico.

Assim, por exemplo, quando falamos que a água é um líquido incolor e inodoro, estamos nos referindo ao aspecto macroscópico da água. Quando dizemos que a água apresenta PF 0 °C, PE 100 °C (ao nível do mar) e d 1,0 g/cm3, a 20 °C, estamos relatando propriedades macroscópicas da substância água.

Ao propor explicação para as leis (essas explicações são as teorias), os químicos utilizam frequentemente os conceitos de átomo e de molécula, entidades que pertencem ao nível microscópico.

Para facilitar a comunicação, os químicos lançam mão das representações, que incluem os símbolos (que representam os átomos dos elementos), as fórmulas (que representam as

substâncias) e as equações químicas (que representam as reações químicas).

Copo com o líquido

Química

incolor água (nível

macroscópico)

trabalha nos níveis

Fórmula H2O, uma

representação para as

moléculas de água

o de 1998.

macroscópico

eir

Moléculas de

/

E

K

n

u , O T

microscópico

água (nível

n

S

O

Y

microscópico)

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

D

E

n

K /

O

Y

(cores fantasiosas)

l r

, a

utiliza

n r

O b

representações

A Química trabalha com o nível macros cópico, com o nível

i i

Tu T l

microscópico e com as representações.

iT r

TS ana

l in m

Ya E

O G

iD

UmA vISão mICroSCóPICA SobrE A

E r r

Th E b

Th

DEComPoSIção DA ágUA

Em equação: 2 H

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2O (,) # 2 H2 (g) 1 O2 (g)

Em nível macroscópico, passando

odução pr

corrente elétrica através da água líquida

iD

Repr

(com algumas gotas de solução aquosa de

./C

sulfato de sódio) ela sofre decomposição,

jr

produzindo as substâncias simples

Ta TO

hidrogênio e oxigênio gasosos.

iO DG

érS

(Representações esquemáticas

O

sem escala; cores fantasiosas.)

2

O2

• AtEnção

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

2 H

2 H O

2

A eventual realização desse experimento

2

2 H2

só deve ocorrer com autorização e

supervisão do(a) professor(a).

Óculos de segurança, luvas e aventais protetores

são obrigatórios.

Em nível microscópico

O gás hidrogênio é altamente explosivo.

73

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

22. Em todos os sete desenhos desta questão, esferas de
esquema a seguir representa um sistema antes e
mesma cor indicam átomos de um mesmo elemento

depois de uma reação química (cores fantasiosas).

químico e esferas de cores diferentes, átomos de ele-

As esferas cinza indicam átomos de hidrogênio e as

mentos distintos.

verdes, átomos de cloro.

O desenho abaixo representa moléculas inicialmente

presentes em um sistema.

#

aDilSOn SECCO

a) Escreva as fórmulas dos reagentes e do produto.

b) Represente a reação que ocorreu por meio de uma

aDilSOn SECCO

equação química. Não se esqueça de balanceá-la.

24. O esquema a seguir representa um sistema antes e depois de uma reação química (cores fantasiosas).

Representação do sistema inicial

As esferas vermelhas indicam átomos de oxigênio e

(cores fantasiosas)

as azuis, átomos de nitrogênio.

o de 1998.

Após uma reação química envolvendo essas molé-

eir

culas, sabe-se que o sistema final corresponde a um

#

dos desenhos abaixo. Analise-os e conclua qual deles

corresponde à situa ção final do sistema.

aDilSOn SECCO

Justifique, para cada um dos desenhos, por que ele pode

ou não representar a situação final.

a) Escreva as fórmulas dos reagentes e do produto.

b) Represente a reação que ocorreu por meio de uma

◆

◆

equação química. Não se esqueça de balanceá-la.

25. Equações químicas são uma representação para

uma reação química. Como foi visto neste capítulo,

todos os átomos presentes nos reagentes devem

estar presentes nos produtos.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Verifique se cada uma das seguintes equações quí-

micas está balanceada e, no caso de não estar, faça o

odução pr

balanceamento.

Repr

a) H2O + CO # H2 + CO2

b) SO

\uf0

\uf0

2 + O2 # SO3

c) H2O2 # H2O + O2

d) CO + O2 # CO2

e) N2H4 + N2O4 # N2 + H2O

26. Ilustrando os átomos dos elementos químicos por meio de bolinhas coloridas, represente as moléculas dos

reagentes e dos produtos de cada uma das reações do

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

exercício anterior, respeitando seu balanceamento.

27. Um estudante percebeu que a seguinte equação química, que representa a fabricação da amônia (NH

\uf0

\uf0

3)

a partir do gás nitrogênio (N2) e do gás hidrogênio

(H2), não estava corretamente balanceada:

N2 + H2 n NH3

Na tentativa de balanceá-la, ele a reescreveu assim:

N2 + H6 n N2H6

Explique qual foi o erro cometido e diga como o

estudante deveria ter procedido para que a equação

ficasse corretamente balanceada.

74

Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas

Capítulo 4

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

28. Efetue o balanceamento das seguintes equações

b) Há cinco elementos químicos participando no

químicas:

processo.

a) H2 + C,2 # HC,

c) A quantidade de átomos no início é maior que a

b) SO3 + H2O # H2SO4

quantidade de átomos no final.

c) P2O5 + H2O # H3PO4

d) Duas substâncias reagem e formam duas novas

d) Zn + HBr # ZnBr2 + H2

substâncias.

e) A, + HC, # A,C,3 + H2

f) Cu + AgNO

32. (Unicamp-SP) Leia a frase seguinte e transforme-a 3 # Ag + Cu(NO3)2

g) C

em uma equação química (balanceada), utilizando

,2 + CH4 # CH2C,2 + HC,

h)

símbolos e fórmulas: “uma molécula de nitrogênio

C2H6O + O2 # CO2 + H2O

i)

gasoso, contendo dois átomos de nitrogênio por

AgNO3 + BaC,2 # AgC, + Ba(NO3)2

molécula, reage com três moléculas de hidrogênio

j) H3PO4 + Ca(NO3)2 # Ca3(PO4)2 + HNO3

diatômico, gasoso, produzindo duas moléculas de

29. (Unicamp-SP) Sob condições adequadas, uma mistura amônia gasosa, a qual é formada por três átomos

de nitrogênio gasoso, N2 (g), e de oxigênio gasoso,

de hidrogênio e um de nitrogênio".

O2 (g), reage para formar diferentes óxidos de nitrogê-

nio. Se representarmos o elemento nitrogênio por e o

33. (UFMG) Uma mistura de hidrogênio, H2 (g), e oxi-elemento oxigênio por , duas dessas reações químicas

gênio, O2 (g), reage, num recipiente hermeticamente

podem ser esquema tizadas como:

fechado, em alta temperatura e em presença de um

catalisador, produzindo vapor de água, H

o de 1998.

2O (g) (cores

eir

fantasiosas).

I.

#

A figura I representa a mistura antes da reação.

Legenda

Figura I

H2

II.

#

O2

ilustrações: adilson secco

Supondo que a reação seja completa, o desenho

(Representações esquemáticas sem escala; cores fantasiosas.)

a) Dê a fórmula química do composto formado na

que representa o estado final do sistema dentro do

reação esquematizada em I.

recipien te, considerando a quantidade de moléculas

b) Escreva a equação química balanceada represen-

representadas para o estado inicial, é

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tada no esquema II.

a)

c)

30. (Unirio-RJ) Comparando reagentes e produtos da

odução pr

rea ção: 2 H

Repr

2 □ O2 # 2 H2O, pode-se dizer que apre-

ilustrações: adilson secco

sentam igual:

I. o número de átomos

II. o número de moléculas

b)

d)

III. a massa

Dessas afirmações, apenas:

a) I é correta

d) II é correta

b) I e III são corretas

e) I e II são corretas

c) III é correta

34. (UFPI) A reação de X com Y é representada a seguir.

Determine qual das equações melhor representa a

31. (UEMG) Em um recipiente fechado, ocorre a reação equação química balanceada.

representada no modelo a seguir, no qual cada boli-

nha simboliza um átomo:

#

• átomo X

#

adilson secco

• átomo Y

adilson secco

a) 2X □ Y2 # 2XY

Baseando-se nesses dados, pode-se afirmar corre-

b) 6X □ 8Y # 6XY □ 2Y

tamente que:

c) 3X □ Y2 # 3XY □ Y

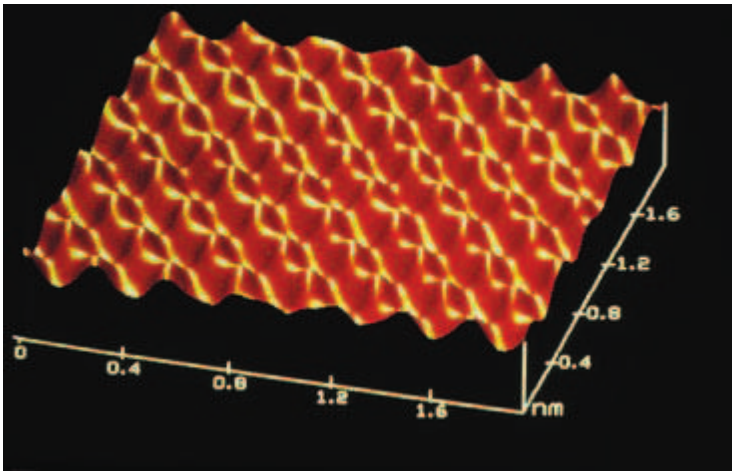
a) O número de moléculas antes da reação é diferente

d) X □ Y # XY

do número de moléculas após a reação.

e) 3X □ 2Y2 # 3XY □ Y2

75



Informe-se sobre a Química

átomos e moléculas: entidades de um mundo quase além da imaginação Átomos e moléculas são entidades tão pequenas

um número de átomos maior do que o número de

que mesmo o melhor dos microscópios ópticos não

estrelas em nossa galáxia.

é suficien te para que consigamos enxergá-los.

Quando alguém observa uma célula viva ao mi-
croscópio óptico, está observando algo formado por
trilhões de átomos ou mais.
Só para se ter uma noção de como os átomos são
pequenos, considere os seguintes dados: se conse-
guíssemos enfileirar átomos de césio, de ouro ou
de hidrogênio até que a fileira atingisse 1 cm de
comprimento, seriam necessários aproximadamente
19 milhões de átomos de césio, 35 milhões de átomos
de ouro ou 134 milhões de átomos de hidrogênio!

Mesmo outros tipos potentes de microscópio,
usados em pesquisas sobre genes e cromossomos,
não têm capacidade de ampliação suficiente para
que se possam enxergar átomos e moléculas.
Até a década de 1980, a existência de átomos e
moléculas era sustentada por inúmeras evidências ex-
perimentais, mas ninguém tinha fotografado um átomo.
Nessa época, foi desenvolvido um novo instrumento
de ampliação, o microscópio de tunelamento.
Com ele, foi possível, pela primeira vez, obter "fo-
tografias" de átomos. São imagens sem muita nitidez

K
TO
C

Oh TOS

e que não são fotografias propriamente ditas, mas

E P

in

C

T

n

sim imagens produzidas por computador a partir de

iE

/la

C

Y

S

ra

complexos sinais eletrônicos obtidos pelo aparelho.

o de 1998.

lY/

ibr

eir

il

Contudo, esse avanço tecnológico forneceu novas

a

l

l

E P

evidências da existência de átomos e moléculas,

PiPil

em que os cientistas já acreditavam há quase dois

hP

séculos, e que mais uma vez foi confirmada.

Átomos e moléculas fazem parte de um mundo

microscópico, quase além de nossa capacidade

Imagem da superfície da substância grafite (formada

imaginativa. As menores partículas de poeira que

por átomos de carbono), fornecida por um instrumento

chamado microscópio de tunelamento. A ampliação é de,

somos capazes de ver a olho nu são formadas por

aproximadamente, 22 milhões de vezes, e o colorido é artificial.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

1. Que instrumento nos permite hoje "ver" átomos e

V. Tem ponto de fusão 185 ºC, sendo que se

moléculas?

decompõe durante a fusão, originando cara-

odução pr

2. O microscópio de tunelamento foi desenvolvido

melo e, posteriormente, carvão.

Repr

para que os cientistas pudessem “ver” e mani-

VI. Cada uma de suas moléculas é formada por

pular átomos. Pesquise como esse instrumento

12 átomos de carbono, 22 de hidrogênio e

funciona e faça um resumo com as principais

11 de oxigênio.

informações que você encontrar.

VII. É branca.

a) Quais dessas propriedades são macroscópi-

3. Algumas das propriedades da substância sacarose, cas, isto é, quais estão relacionadas ao nível

o açúcar de cana, são apresentadas a seguir:

macroscópico?

I. É sólida nas condições ambientes.

b) Quais dessas propriedades são microscó-

II. É inodora.

picas?

III. Tem sabor doce.

c) Como pode ser representada a molécula da

IV. É constituída por moléculas.

sacarose?

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

76

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual – elementos e substâncias

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

formada por

Átomos

Amostra de matéria

pode ser

de

Elementos químicos

Substância (pura)

Mistura

pode ser

pode ser

cada qual

representado

por um

1

2

Homogênea

Heterogênea

pode ter seus componentes

ao sofrer decomposição, produz

separados; cada um deles é uma

o de 1998.

duas ou mais substâncias

eir

3

formada por

formada por

obedece à

Átomos de apenas

Átomos de 2 ou mais

1 elemento químico

elementos químicos

4

cujos

que enuncia as

símbolos

aparecem na

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Proporções definidas

odução pr

Fórmula

Repr

por exemplo

por exemplo

H2

O2

O3

N2

S8

H2O

CO2

NH3

CH4 C2H6O C6H12O6

duas ou mais

aparecem numa

deve estar

corretamente

Balanceada

Equação química

representa

Rearranjo

é um

obedece à

Lei de Lavoisier

de átomos

5

consome

forma

que enuncia a

explicadas

6

Produto(s)

7

pela

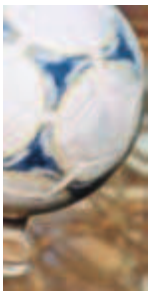
uma de

suas premissas

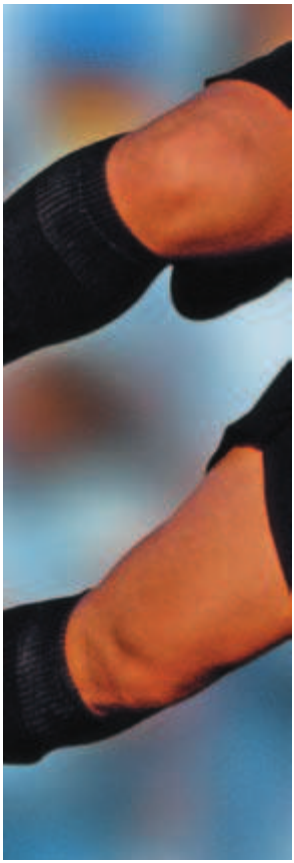
transforma(m)-se em

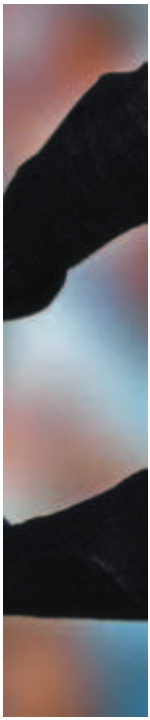
é a existência de

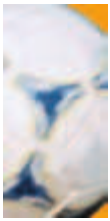
Teoria de Dalton

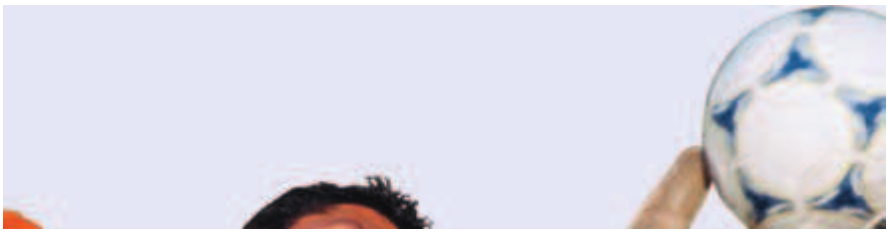


1









descobertos elétron, próton e nêutron

T/GETTY imaGES

Átomos de cerca de vinte elementos

Modelo atômico de Thomson

químicos tomam parte na composição

Experiência sobre a dispersão de partículas alfa

do corpo humano. Neste capítulo

estudaremos a conceituação atual

Modelo atômico de Rutherford

de elemento químico.

Número atômico

miKE POWEll/allSPOr

Número de massa

Conceituação moderna

de elemento químico

Isótopos

Íons

78

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• núcleo

• eletrosfera

• modelo atômico de Thomson

• modelo atômico de Dalton

COCE Sn

• cargas elétricas

OSlDia

• próton

• elétron

• modelo

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Em Química, a ideia de modelo é muito importante. Modelo, de um modo bem simples, consiste na maneira como imaginamos que é algo a que não temos acesso direto.

Se vamos comprar um melão, por exemplo, não podemos abrir todos que estão à venda para decidir qual está melhor. Observando o aspecto externo da fruta, apalpando e dando batidinhas, é possível escolher uma que esteja em boas condições (desde que tenhamos, oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

obviamente, um pouco de experiência na compra de melões). Ao proceder dessa forma odução pr

estamos criando um modelo ao imaginar em que condições está o interior de uma fruta, Repr

sem tê-lo visto.

De forma análoga, os químicos dispõem, desde o início do século XIX, de evidências sobre a existência de átomos. O modelo atômico de Dalton (isto é, a concepção de Dalton a respeito do átomo), que estudamos no capítulo anterior, foi muito útil no desenvolvimento da Química.

No entanto, à medida que novas evidências surgem, teorias e modelos têm, muitas vezes, de ser aperfeiçoados ou substituídos por outros. E foi isso que aconteceu com a Teoria de Dalton e com o seu modelo.

Átomos são muito pequenos para serem vistos até nos melhores microscópios con-vencionais. Isso sempre dificultou o estudo da sua estrutura, que deve ser feito por meio de evidências indiretas e, às vezes, bastante complexas.

Nas próximas páginas você encontrará uma série de informações mostrando, em linhas gerais, como o aparecimento de novas evidências conduziu os cientistas a substituir o modelo de Dalton por outros mais adequados para explicar tais evidências.

Você também aprenderá qual é o conceito moderno de elemento químico.

1 A natureza elétrica da matéria

1.1 Cargas elétricas, atração e repulsão

Ao atritarmos um bastão de vidro em um tecido de lã, o vidro

passa a ser portador de carga elétrica positiva (por uma convenção) e a lã, portadora de carga elétrica negativa (também por uma convenção).

◆

COC

Ao serem

◆

... o vidro

E S

atritados

◆

se eletriza

n

◆

OS

um contra

◆

positivamente

lDi

o outro...

◆

e a lã

◆

: a

◆

S

negativamente.

E

çõarTS

ilu

Muitos materiais, quando atritados em outros, ficam eletrizados, ou seja, adquirem carga elétrica. Por meio de experiências envolvendo corpos eletrizados, os cientistas concluíram que o de 1998.

cargas elétricas de sinais diferentes se atraem e cargas elétricas de sinais iguais se repelem.

eir

Essas conclusões estão de acordo com o fato de a lã e o vidro, eletrizados com cargas de diferentes sinais, se atraírem, e os dois bastões de vidro, eletrizados com cargas de mesmo sinal, se repelirem.

Atração ent Atr

re ação entre cargas de sinais opostos

cargas de sinais opostos

Repulsão entr

Repulsão entr

e cargas de sinais iguais

e cargas de sinais iguais

COCE

Lã

Lã

Vidro

Vidro

S

n

OS

l

Di

: a

Vidro

Vidro

S

Vidro

Vidro

E

çõarTS

ilu

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Então, como os materiais participam de fenômenos elétricos, deduz-se que eles devem possuir Repr

natureza elétrica. Mas o modelo de Dalton, estudado no capítulo anterior, não leva em conta os fenômenos elétricos.

Devido a evidências obtidas em experiências como a que descrevemos e em outras mais complexas, surgiu, no final do século XIX e início do século XX, a necessidade de um modelo atômico mais adequado, que levasse em conta a natureza elétrica da matéria.

1.2 Descargas elétricas em gases a baixa pressão

Gases, de modo geral, não conduzem corrente elétrica quando à pressão ambiente. No entanto, na segunda metade do século XIX, os trabalhos de Heinrich Geissler, Johann Hittorf e William Crookes mostraram experimentalmente que, quando submetidos a baixas pressões, os gases podem tornar-se condutores elétricos.

Para chegar a essa conclusão, eles utilizaram o chamado tubo de raios catódicos, isto é, uma ampola de vidro ligada a uma bomba de vácuo que visa diminuir a pressão interna.

Nas duas pontas do tubo há extremidades metálicas (chamadas de eletrodos) ligadas a uma bateria.

Quando a pressão interna chega a cerca de um décimo da pressão ambiente, observa-se que o gás entre os eletrodos passa a emitir uma luminosidade. Quando a pressão diminui ainda mais (cerca de cem mil vezes menor que a pressão ambiente), a luminosidade desaparece, restando apenas uma mancha luminosa atrás do polo positivo.

80

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

Os cientistas atribuíram essa mancha a raios (de natureza desconhecida, naquela época) que seriam provenientes do polo

negativo, chamado de cáto do. Esses raios foram denominados raios catódicos.

Gás qualquer

Gás qualquer

CO

a baixa pressão

C

a baixíssima

E S

Luminosidade

N

pressão

OSLDI

–

+

□

□

: ASE

Polo

Polo

Cátodo

Ânodo

ÇÕA

negativo

positivo

RTS

(cátodo)

(ânodo)

Raios

Mancha

ILU

Bomba

de vácuo

catódicos

luminosa

Esquemas de tubos de raios catódicos. (Cores fantasiosas.) 1.3 Descoberta do elétron e do próton

O cientista inglês Joseph John Thomson, elaborando melhor as experiências feitas com o tubo de raios catódicos, foi capaz de concluir, em 1897, que os raios catódicos são, na verdade, constituídos pelo fluxo de partículas menores que o átomo e dotadas de carga elétrica negativa.

Estava descoberta a partícula que chamamos de elétron.

o de 1998.

Essa descoberta indicava que um átomo não é indivisível como imaginavam os filósofos eir

gregos ou como sugeria o modelo de Dalton.

Havia a necessidade de um novo modelo, e foi J. J. Thomson quem o propôs. O átomo, segundo ele, deveria ser formado por uma esfera de carga elétrica positiva, possuindo elétrons anexos. Assim, a carga elétrica total de um átomo seria nula, pois a carga negativa dos elétrons compensaria a carga positiva da esfera que os contém. Esse modelo é conhecido como "modelo do pudim de passas".

Elétrons (dotados

COC

Joseph John

Esfera dotada

de carga negativa)

E S

de carga positiva

NO

Thomson

SL

Y/KEYSTONE

(1856-1940),

DIA

Prêmio Nobel em

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

T LIBRAR

1906. Quadro de

Arthur Hacker,

Modelo atômico

odução pr

da década de

de Thomson.

1900. Laboratório

(Representação

Repr

Cavendish,

esquemática sem

Cambridge,

escala, em cores

THE BRIDGEMAN AR

Inglaterra.

fantasiosas.)

Outras modificações no tubo de raios catódicos, feitas pelo cientista alemão Eugene Goldstein, conduziram à descoberta de outra partícula subatômica, 1.836 vezes mais pesada que o elétron e dotada de carga elétrica igual à dele, mas com sinal positivo. Para essa nova partícula foi proposto o nome próton.

Assim, ao final do século XIX, com a descoberta do próton e do elétron, já estava comprovado que o átomo não é indivisível e que mesmo o modelo de Thomson era incompleto, uma vez que não levava em conta a existência dos prótons. Um novo modelo se fazia necessário.

2 Modelo atômico de Rutherford

2.1 Experiência sobre a dispersão de partículas alfa

Ernest Rutherford, cientista nascido na Nova Zelândia, realizou em 1911 um experimento que conseguiu descartar de vez o modelo atômico de esfera rígida.

O raciocínio de Rutherford foi relativamente simples. Imagine que alguém atirasse com uma metralhadora em um caixote de madeira fechado cujo conteúdo fosse desconhecido.

Se as balas ricocheteassem, não atravessando o caixote, concluiríamos que dentro dele deveria haver algum material como concreto ou ferro maciço. Mas, se as balas o atravessassem, chegaríamos à conclusão de que ele estaria vazio ou então de que conteria materiais menos densos, como algodão, serragem ou similares.

Porém, se parte das balas passasse e parte ricocheteasse, concluiríamos que materiais dos dois tipos estariam presentes dentro do caixote. Quanto mais balas o atravessassem, menos material muito denso deveria existir em seu interior.

É óbvio que para descobrir o que há dentro de um caixote seria mais sensato abri-lo e olhar seu interior em vez de atirar nele. Por sua vez, com o átomo não acontece o mesmo, já que não é possível enxergá-lo ou manipulá-lo individualmente como fazemos com objetos macroscópicos. Nesse caso, faz sentido "atirar" nele para tentar descobrir algo sobre sua estrutura interna.

Rutherford atirou numa finíssima folha de ouro, cuja espessura se estima em torno de trezentos ou trezentos e cinquenta átomos. Esses átomos enfileirados correspondem a cerca de 0,00001 cm! A "metralhadora" usada por ele lançava pequenas partículas portadoras de carga elétrica positiva, chamadas de partículas

alfa.

Para saber se essas “balas” atravessavam em linha reta ou eram desviadas, ele usou uma o de 1998.eir

tela feita com um material apropriado (fluorescente) que emite uma luminosidade instantânea quando atingida por uma partícula alfa.

Cubo de chumbo

Feixe de partículas

Feixe de

alfa desviadas

TinSTOCK

partículas alfa

Tela

Abertura

O

desviadas

fluorescente

C

ECSn

album aKG/la

SOilDa

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Polônio

Feixe de

(alfa emissor)

partículas alfa

Feixe de partículas alfa que

odução pr

Folha de ouro

atravessaram em linha reta Ernest Rutherford (1871-

Repr

-1937), Prêmio Nobel em 1908.

Esquematização do experimento feito por Rutherford, em cores fantasiosas.

Foto colorizada de 1915.

A experiência mostrou que a grande maioria das partículas alfa atravessava a folha em linha reta. Apenas algumas poucas eram desviadas de sua trajetória. Assim, os átomos não poderiam ser maciços, pois, se fossem, as partículas alfa não conseguiriam atravessá-los.

O experimento permitiu a Rutherford concluir que:

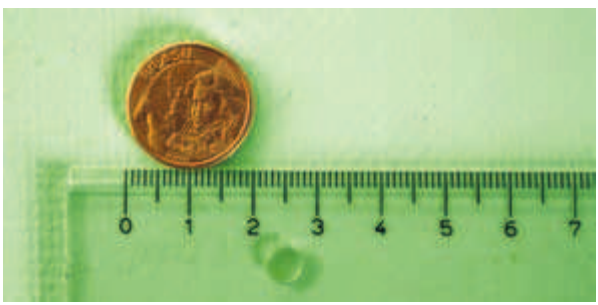
• o átomo não é maciço, apresentando mais espaço vazio do que preenchido;

• a maior parte da massa do átomo se encontra em uma pequena região central (que chamaremos de núcleo) dotada de carga positiva, onde estão os prótons (as partículas alfa

— de carga positiva — que chegassem próximo ao núcleo — também positivo — eram desviadas pela repulsão elétrica);

• na região ao redor do núcleo (que chamaremos de eletrosfera) estão os elétrons, muito mais leves (1.836 vezes) que os prótons;

• a contagem do número de partículas que atravessavam e que eram desviadas, repeli-das pela carga positiva do núcleo, permitiu fazer uma estimativa de que o raio de um átomo de ouro (núcleo e eletrosfera) é cerca de dez mil a cem mil vezes maior que o raio do núcleo.



Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

Folha de ouro

OC

EC

Partícula alfa

Sn

desviada

SOil

KEYSTOCK

Partícula alfa

Da

desviada

San rOSTrO/aGE/

Os metais podem ser transformados,

por martelamento, em finíssimas folhas.

Feixe de

A maioria

O ouro é o metal que permite obter as

partículas

das partículas

folhas mais finas, como a que foi usada

alfa

alfa atravessa

por Rutherford em seu experimento.

Na foto, uma folha de ouro.

Núcleo

a jr./CiD

do átomo

de ouro

SérGiO DOTT

Partícula alfa

Os átomos em geral apresentam um

Eletrosfera do

desviada

raio de dez mil a cem mil vezes maior

átomo de ouro

que seus núcleos. Assim, se o núcleo

o de 1998.

de um átomo fosse do mesmo diâmetro

Representação esquemática da folha de ouro durante a experiência de Rutherford. Algumas eir

dessa moeda, os elétrons mais afastados

partículas alfa são desviadas por repulsão elétrica do núcleo. Porém, a grande maioria poderiam estar desde cerca de 200 m até

atravessa a folha em linha reta, evidenciando que os átomos não são maciços. (Representação 2 km de distância!

esquemática sem escala, em cores fantasiosas.)

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. (PUC-RS) O átomo, na visão de Thomson, é constituído de

a) níveis e subníveis de energia.

d) grandes espaços vazios.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b) cargas positivas e negativas.

e) orbitais.

c) núcleo e eletrosfera.

odução pr

2. Próton e elétron possuem:

Repr

a) massas iguais e cargas elétricas de mesmo sinal.

b) massas diferentes e cargas elétricas de mesmo sinal.

c) massas diferentes e cargas elétricas de sinais opostos.

d) massas iguais e cargas elétricas de sinais opostos.

3. (UCB-DF) Rutherford, ao fazer incidir partículas radioativas em lâmina metálica de ouro, observou que a maioria das partículas atravessava a lâmina, algumas desviavam e poucas refletiam. Escolha, dentre as afirmações a seguir, aquela que não reflete as conclusões de Rutherford sobre o átomo.

a) Os átomos são esferas maciças e indestrutíveis.

b) No átomo há grandes espaços vazios.

c) No centro do átomo existe um núcleo pequeno e denso.

d) O núcleo do átomo tem carga positiva.

e) Os elétrons giram ao redor do núcleo para equilibrar a carga positiva.

4. (UEMG) O modelo de átomo conhecido como modelo de Rutherford foi idealizado a partir de experiências realizadas em 1909. Várias conclusões foram tiradas a partir dessas experiências, EXCETO:

a) O átomo apresenta, predominantemente, espaços vazios.

b) O núcleo é a região mais densa do átomo.

c) O núcleo atômico apresenta carga elétrica positiva.

d) O núcleo é praticamente do tamanho do átomo todo.

83

5. (ESPM-SP) O átomo de Rutherford (1911) foi comparado ao sistema planetário.

Eletrosfera é a região do átomo que:

a) contém as partículas de carga elétrica negativa.

OC

b) contém as partículas de carga elétrica positiva.

ECSn

c) contém nêutrons.

SOilD

d) concentra praticamente toda a massa do átomo.

a

e) contém prótons e nêutrons.

(Representação esquemática sem

escala, em cores fantasiosas.)

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

6. (UFMG) No fim do século XIX, Thomson realizou

a) o átomo ser indivisível.

experimentos em tubos de vidro que continham ga-

b) a existência de partículas subatômicas.

ses a baixas pressões, em que aplicava uma grande

c) os elétrons ocuparem níveis discretos de energia.

diferença de potencial. Isso provocava a emissão de

raios catódicos. Esses raios, produzidos num cátodo

d) os elétrons girarem em órbitas circulares ao redor metálico, deslocavam-se em direção à extremidade

do núcleo.

do tubo (E). (Na figura, essa trajetória é representada

e) o átomo possuir um núcleo com carga positiva e

o de 1998.

pela linha tracejada X.)

uma eletrosfera.

eir

9. (UFSC) Rutherford bombardeou uma fina lâmina de

ouro (0,0001 mm de espessura) com partículas “alfa”,

OC

emitidas pelo Polônio (Po) contido no interior de um

ECSn

bloco de chumbo (Pb) provido de uma abertura estreita

SO

X

il

para dar passagem às partículas a por ele emitidas.

Da

Y

E

Envolvendo a lâmina de ouro (Au), foi colocada uma

tela protetora revestida de sulfeto de zinco.

◆

Lâmina de Au

OC

Nesses experimentos, Thomson observou que

EC

Po

Sn

I) a razão entre a carga e a massa dos raios catódicos y

SOil

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

era independente da natureza do metal constituin-

Partículas ◆

x

Da

te do cátodo ou do gás existente no tubo; e

y

odução pr

II) os raios catódicos, ao passarem entre duas placas Repr

Bloco de Pb

carregadas com cargas de sinal contrário, se desvia-

vam na direção da placa positiva. (Na figura, esse

Anteparo com ZnS

desvio é representado pela linha tracejada Y.)

Considerando-se essas observações, é CORRETO

Observando as cintilações na tela revestida de sulfeto

afirmar que os raios catódicos são constituídos de:

de zinco, Rutherford verificou que muitas partículas

a) elétrons.

c) prótons.

a atravessavam a lâmina de ouro sem sofrerem desvio

b) ânions.

d) cátions.

(x), e que poucas partículas a sofriam desvio (y).

Indique a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

7. (UFRGS-RS) O modelo atômico que suscitou a ideia

• Partículas a possuem carga elétrica negativa.

de átomo com estrutura elétrica foi o:

• O tamanho do átomo é cerca de 10.000 a 100.000 ve-

a) de Dalton.

zes maior que o seu núcleo.

b) do átomo planetário de Rutherford.

• Partículas a sofrem desvio ao colidirem com o

c) de Bohr.

núcleo dos átomos de Au.

d) da mecânica ondulatória.

• Partículas a sofrem desvio ao colidirem com elé-

e) de Thomson.

trons nas eletrosferas dos átomos de Au.

8. (Fuvest-SP) Thomson determinou, pela primeira vez, 10. (PUC-SP) O raio do núcleo é menor que o raio do a relação entre a massa e a carga do elétron, o que

próprio átomo aproximadamente:

pode ser considerado como a descoberta do elétron.

É reconhecida como uma contribuição de Thomson

a) 102 vezes.

c) 108 vezes.

e) 1023 vezes.

ao modelo atômico:

b) 104 vezes.

d) 1010 vezes.

84

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

2.2 Número atômico e número de massa

Em 1932, o inglês James Chadwick descobriu uma outra partícula subatômica de massa muito próxima à do próton, porém sem carga elétrica. Essa partícula, que passou a ser chamada de nêutron, localiza-se no núcleo do átomo, juntamente com os prótons.

Elétron, partícula com

CO

carga elétrica negativa

CE S

e 1.836 vezes mais

nO

Ilustração esquemática de

S

leve que o próton

lDi

um átomo, no qual a maior

a

Núcleo

parte é espaço vazio.

Esquema fora de proporção,

pois o diâmetro da

Partícula massa

Carga

eletrosfera é milhares de

relativa relativa

vezes maior que o do

Nêutron, partícula

Nêutron

1

0

núcleo. O núcleo está aqui

eletricamente neutra e de

representado ampliado

massa aproximadamente

Próton

1

11

cerca de 500 bilhões de

igual à do próton

vezes, e a eletrosfera, cerca

Elétron

1

——

de 150 milhões de vezes.

Eletrosfera

1.836

21

Um átomo apresenta, como mostrou Rutherford, muito mais espaço vazio que preenchido. (Representação esquemática sem escala, em

Próton, partícula com

o de 1998.

cores fantasiosas.)

carga elétrica positiva

eir

número atômico (Z) é o número de prótons presentes no núcleo de um átomo.

número de massa (A) é a soma do número de prótons (Z) e de nêutrons (N) presentes no núcleo de um átomo.

O número de massa pode ser expresso matematicamente da seguinte maneira: A Z 1 N

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Ao representar um átomo, a convenção atual é escrever o número atômico na parte inferior esquerda do símbolo e o número de massa na parte superior esquerda. Assim, por exemplo: odução pr

• 126C representa um átomo do elemento químico carbono com 6 prótons, 6 elétrons e Repr

6 nêutrons;

• 23

11Na representa um átomo do elemento químico sódio com 11 prótons, 11 elétrons e 12 nêutrons;

• 37

17C, representa um átomo do elemento químico cloro com 17 prótons, 17 elétrons e 20 nêutrons.

Importante: Por enquanto estamos considerando apenas casos em que o átomo está eletricamente neutro porque o número de prótons é igual ao de elétrons. Mais à frente consideraremos situações em que o átomo não está eletricamente neutro, ou seja,

em que há diferentes números de prótons e de elétrons.

habitue-se a consultar a tabela periódica

No final deste livro há uma tabela periódica dos elementos. Ela é um instrumento de consulta.

Procure nela os nomes, os símbolos e os números atômicos dos elementos sempre que necessário.

2.3 O conceito moderno de elemento químico

Já vimos que durante as reações químicas os átomos se recombinam. Os químicos observaram que, durante esses processos, o núcleo dos átomos permanece inalterado e que, quando um átomo se une a outro, essa união acontece por meio de modificações na eletrosfera.

O número de prótons de um átomo é uma característica que não se modifica durante as reações químicas. Os cientistas perceberam, nas primeiras décadas do século XX, que esse número determina as propriedades químicas de um átomo. O número de nêutrons praticamente não tem influência sobre elas. Assim, define-se atualmente elemento químico da seguinte maneira: Elemento químico é o conjunto de átomos que possuem um mesmo número de prótons, isto é, o mesmo número atômico.

No capítulo 3, afirmamos que, para Boyle, substância simples era o mesmo que elemento. Tal afirmação, que remonta ao século XVII, foi importantíssima para o desenvolvimento da Química.

Contudo, com os avanços da Química no século XX, deixou-se de definir elemento dessa maneira.

A definição de elemento químico atualmente em vigor é a que acabamos de mostrar.

2.4 Isótopos

o de 1998.eir

Isótopos são dois ou mais átomos que possuem mesmo número atômico (Z) e diferentes números de massa (A).

Isótopos são sempre átomos do mesmo elemento químico, pois possuem o mesmo Z, e são, portanto, representados por um mesmo símbolo. A maioria dos elementos químicos é constituída por dois ou mais isótopos presentes na natureza, geralmente em diferentes quantidades.

tabela 1 Abundância de alguns tipos de átomos

átomo

Abundância natural (%)

átomo

Abundância natural (%)

átomo

Abundância natural (%)

1

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

1H

99,99

199F

100**

79

35Br

50,69

2

4

1H

0,01

212Mg

78,99

81

35Br

49,31

odução pr

3

5

7

1H

traços*

212Mg

10,00

1253I

100

Repr

6

6

3Li

7,59

212Mg

11,01

204

82Pb

1,40

7

5

3Li

92,41

525Mn

100

206

82Pb

24,10

16

3

8O

99,76

629Cu

69,17

207

82Pb

22,10

17

5

8O

0,04

629Cu

30,83

208

82Pb

52,40

18

5

8O

0,20

733As

100

209

83Bi

100

Fonte: LIDE, D. R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 1-15 ss.

O conceito de isótopo é bastante útil em Química. Existem outras duas definições — a de *isóbaros* e a de *isótonos* — que aparecem em livros, mas que são de pouca importância para efeitos práticos em pesquisas de Química.

Isóbaros são dois ou mais átomos que possuem mesmo número de massa (A) e diferentes números atômicos (Z). Exemplos: 146C e 147N; 5726Fe e 5727Co.

Isótonos são dois ou mais átomos que possuem mesmo número de nêutrons (N) e diferentes números atômicos (Z) e de massa

(A). Exemplos: 13

0

6C e 147N; 37

17C, e 420Ca.

*** Em Química, a expressão *traços* signifi ca vestígios, quantidades muito pequenas.**

**** Há vinte elementos químicos que existem na natureza na forma de um só isótopo. São eles: 9**

5

5

4Be, 199F, 23

11Na, 27

13A,, 31

15P, 421Sc, 525Mn,

59

9

27Co, 75

33As, 89

39Y, 93

41Nb, 103

45Rh, 127

53I, 133

55Cs, 141

59Pr, 159

65Tb, 165

67Ho, 169

69Tm, 197

79Au e 2083Bi.

86

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

toDAS AS moléCUlAS DE ágUA

São IDêntICAS?

Como os isótopos pertencem ao mesmo elemento químico, possuem as mesmas propriedades químicas. Assim, por exemplo, os átomos de hidro-

./aGE/KEYSTOCK. P

gênio que existem numa molécula de água, H

G. v

2O, podem ser qualquer um

de seus isótopos (11H, 21H ou 31H). O átomo de oxigênio também pode ser qualquer um de seus isótopos (168O, 178O ou 188O).

A abundância dos isótopos (a quantidade de cada um deles na natureza) é normalmente diferente. Assim, por exemplo, de cada 10.000 áto mos de oxigênio, os químicos concluíram que, em média, 9.976 são de 168O, 4 são de 178O e 20 são de 188O.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

o de 1998.

11. Átomos de 51

14. Considere os seguintes átomos:

eir

24Cr são utilizados em Medicina, no

diagnóstico de alterações ligadas aos glóbulos

a) 126C

b) 178O

c) 137N

d) 27

13A,

vermelhos.

Determine o número de prótons, de elétrons e de

Explique o significado dos números que aparecem

nêutrons de cada um deles.

ao lado do símbolo do elemento crômio na repre-

15. Um dos átomos usados na construção de bombas

sentação 51

24Cr.

atômicas é o plutônio (símbolo Pu) com 94 prótons,

94 elétrons e 145 nêutrons. Escreva a representação

Exercício Resolvido

para esse átomo.

12. Considere um átomo do elemento químico bromo,

16. Os átomos de um mesmo elemento químico apresen-

possuidor de 35 prótons, 46 nêutrons e 35 elétrons.

tam em comum:

Escreva a representação correta para esse átomo.

a) o número atômico?

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Resolução

b) o número de prótons?

Pelos dados do enunciado, temos:

c) o número de nêutrons?

odução pr

Z 35 e A 35 1 46 81

d) o símbolo químico?

Repr

Elemento químico bromo: símbolo Br.

17. (UFV-MG) Os átomos do elemento químico índio (In), Assim, a representação é 81

35Br.

com número atômico igual a 49 e número de massa

igual a 115, possuem:

Exercício Resolvido

a) 98 nêutrons. c) 115 nêutrons. e) 66 nêutrons.

b) 49 nêutrons. d) 164 nêutrons.

13. Quantos prótons, nêutrons e elétrons apresenta o 18. (UFPI) A representação 56

átomo que é representado por 55

26Fe indica que o átomo do

25Mn?

elemento químico ferro apresenta a seguinte compo-

Resolução

sição nuclear:

Pelo enunciado, Z 25, portanto o número de

a) 26 prótons, 20 elétrons e 30 nêutrons.

prótons é 25.

b) 26 elétrons e 30 nêutrons.

Como

c) 26 prótons, 26 elétrons e 56 nêutrons.

A Z 1 N,

d) 26 prótons e 26 elétrons.

então,

e) 26 prótons e 30 nêutrons.

55 25 1 N.

Assim,

19. (Vunesp) Com a frase *Grupo concebe átomo "mágico"*

N 55 2 25, então o número de nêutrons é

***de silício*, a edição de 18.06.2005 da *Folha de S.Paulo* N**

chama a atenção para a notícia da produção de

30.

O número de elétrons, salvo menção em contrário,

átomos estáveis de silício com duas vezes mais nêu-

é igual ao de prótons; no caso é igual a 25.

trons do que prótons, por cientistas da Universidade

Estadual da Flórida, nos Estados Unidos da América.

Na natureza, os átomos estáveis deste elemento

a) apenas I.

c) apenas III.

e) apenas II e III.

químico são: 28

14Si, 29

14Si e 30

14Si. Quantos nêutrons há

b) apenas II. d) apenas I e II.

em cada átomo “mágico” de silício produzido pelos

cientistas da Flórida?

21. (Cefet-MG) O hidrogênio, o deutério e o trítio são

a) 14

c) 28

e) 44

representados, respectivamente, por 11H, 21H e 31H.

b) 16

d) 30

Analisando o número atômico e a massa atômica

desses elementos, é incorreto afirmar que:

20. (UFSM-RS) Analise as seguintes afirmativas:

a) eles são isótopos.

I. Isótopos são átomos de um mesmo elemento que

b) eles possuem o mesmo número de elétrons.

possuem mesmo número atômico e diferente nú-

c) o deutério possui um próton a mais que o hidrogênio.

mero de massa.

d) o deutério e o trítio são mais pesados que o hidrogênio.

II. O número atômico de um elemento corresponde

e) o trítio possui o dobro de nêutrons em relação ao

ao número de prótons no núcleo de um átomo.

deutério.

III. O número de massa corresponde à soma do nú-

mero de prótons e do número de elétrons de um

22. (Unifor-CE) Um isótopo do átomo de potássio cujo elemento.

número atômico é 19 e o número de massa é 40 é o:

Está(ão) correta(s)

a) 19F

b) 39K

c) 39Y

d) 40Zr

e) 40Ar

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

23. (Faee-GO) Considerando os átomos 127

I. Átomos isótopos são aqueles que possuem mesmo

o de 1998.

53I e 131

53I, é correto

eir

afirmar que:

número atômico e números de massa diferentes.

a) possuem o mesmo número de massa.

II. O número atômico de um elemento corresponde à

b) possuem o mesmo número de nêutrons.

soma do número de prótons com o de nêutrons.

III. O número de massa de um átomo, em particular, é

c) são isótopos.

a soma do número de prótons com o de elétrons.

d) possuem diferentes números de prótons.

IV. Átomos isóbaros são aqueles que possuem números

e) possuem 50 elétrons.

atômicos diferentes e mesmo número de massa.

V. Átomos isótonos são aqueles que apresentam

24. (UFF-RJ) A tabela seguinte fornece o número de pró-números atômicos diferentes, números de massa

tons e o número de nêutrons existentes no núcleo de

diferentes e mesmo número de nêutrons.

vários átomos.

Esses estudantes concluem, corretamente, que as

Átomo

No de prótons

No de nêutrons

afirmativas verdadeiras são as indicadas por:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) I, III e V

c) II e III

e) II e V

a

34

45

b) I, IV e V

d) II, III e V

odução pr

b

35

44

Repr

27. (UFSC) Considerando as relações entre os átomos *c*

33

42

indicadas no esquema,

d

34

44

38

20X

Considerando os dados da tabela, o átomo isótopo de

isótonos

isótopos

***a* e o átomo que tem o mesmo número de massa do**

átomo *a* são, respectivamente:

40

a) *d* e *b*.

c) *b* e *c*.

e) *c* e *b*.

Y

isóbaros

20 Z

b) *c* e *d*.

d) *b* e *d*.

pode-se afirmar que o(s) número(s)

(01) de massa de Y é 40.

25. (Fuvest-SP) Dalton, na sua teoria atômica, propôs

(02) de massa de Z é 20.

entre outras hipóteses que:

(04) de prótons de Y é 22.

a) "os átomos são indivisíveis".

(08) de nêutrons de X é 20.

b) "os átomos de um determinado elemento são idên-

(16) de nêutrons de Z é 20.

ticos em massa".

(32) de nêutrons de Y é 20.

À luz dos conhecimentos atuais, quais as críticas

(64) de prótons de Z é 22.

que podem ser formuladas a cada uma dessas hi-

Responda com a soma dos números dos itens corretos.

póteses?

28. (IME-RJ) Sejam os elementos 150

63A, B e C, de números

26. (UFF-RJ) Alguns estudantes de Química, avaliando atômicos consecutivos e crescentes na ordem dada.

seus conhecimentos relativos e conceitos básicos para o

Sabendo que A e B são isóbaros e que B e C são isóto-

estudo do átomo, analisam as seguintes afirmativas:

nos, determine o número de massa do elemento C.

88

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

3 Íons

Quando um átomo está eletricamente neutro, ele possui prótons e elétrons em igual número.

Em determinadas circunstâncias os átomos podem ganhar ou perder elétrons.

Quando isso acontece, sua carga total deixa de ser zero, ou seja, o

átomo deixa de ser alCãO/Olhar imaGEm

eletricamente neutro e passa a ser dotado de carga elétrica.

ThaÏS F

Tijolos são feitos de

argila, material que pode

conter alguns íons em sua

Quando um átomo eletricamente neutro perde ou recebe elétrons, ele se composição, tais como 8O22,

transforma em um íon.

12Mg21, 19K1, 20Ca21 e 13A,31.

Você consegue determinar

quantos prótons e quantos

Se um átomo eletricamente neutro recebe elétrons, passa a ficar com excesso de elétrons tem cada um deles?

cargas negativas, ou seja, transforma-se em um íon negativo. Por outro lado, se um átomo eletricamente neutro perde elétrons, transforma-se em um íon positivo.

Íon negativo é chamado de ânion.

Íon positivo é chamado de cátion.

o de 1998.eir

Para entender melhor, considere os seguintes exemplos:

37

Acrescentando 1 elétron

37

17C,

17C,2

Símbolo que indica

que o átomo neutro

átomo neutro

Ânion

recebeu 1 elétron

o núcleo não se altera.

20 nêutrons

Portanto A e Z

20 nêutrons

também não.

Excesso de

17 prótons

17 prótons

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A alteração ocorre

1 carga

17 elétrons

na eletrosfera.

18 elétrons

negativa

odução pr

Repr

23

retirando 1 elétron

23

11Na

11Na1

Símbolo que indica

que o átomo neutro

átomo neutro

Cátion

perdeu 1 elétron

o núcleo não se altera.

12 nêutrons

Portanto A e Z

12 nêutrons

também não.

Excesso de

11 prótons

11 prótons

1 carga

A alteração ocorre

11 elétrons

10 elétrons

positiva

na eletrosfera.

Os íons monovalentes, isto é, que possuem apenas uma carga elétrica, são representados colocando-se um sinal de mais (1) ou de menos (2) no canto superior direito do símbolo. O sinal de mais indica um cátion e o de menos, um ânion.

Para representar os íons bivalentes ou divalentes (2 cargas), trivalentes (3 cargas) e tetravalentes (4 cargas) deve-se colocar um número que indica a quantidade de cargas antes do sinal de mais ou de menos. Assim temos, por exemplo, Mg21, S22, A,31, N32 e Pb41.

89

Átomo neutro

tem

pode eventualmente

Número de

Número de

Perder elétrons

Receber elétrons

prótons (Z)

elétrons

originando

originando

Cátion

Ânion

que são

que é um

que é um

Iguais

Íon positivo

Íon negativo

Alguns dos íons existentes

no orgAnismo humAno

íon

Função ligada a

deficiência pode causar

Alimentos ricos nesse íon

raquitismo, porosidade

coagulação sanguínea,

leite e seus derivados, folhas

óssea, má-formação

Ca21

contração e relaxação dos

verdes, grãos, gema de ovo,

o de 1998.

dentária, deficiência na

eir

músculos, funções cardíacas

legumes, castanhas e nozes

coagulação sanguínea

equilíbrio eletrolítico (isto

problemas ligados ao

sal de cozinha, carne, leite,

é, dos solutos com carga

controle da perda de água

Na1

ovos, cenoura, beterraba,

elétrica) dos líquidos

(escassez ou excesso

espinafre

existentes no corpo

de urina)

problemas ligados ao

controle da perda de água,

equilíbrio eletrolítico dos

aos batimentos cardíacos

grãos inteiros, carnes, frutas,

K1

líquidos existentes no corpo,

irregulares, ao mau

vegetais, legumes

ação de nervos e músculos

funcionamento

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

dos músculos

odução pr

tremores musculares,

leite e derivados, farinha,

funcionamento dos nervos,

Repr

Mg21

problemas cardíacos,

cereais, feijão, castanhas,

contração dos músculos

convulsões, delírios

ervilhas, folhas verdes

Fonte: ENSMINgEr, A. H. et al. *The Concise Encyclopedia of Foods & Nutrition*. Boca raton: CrC Press, 1995. p. 712-715.

margIt/shuttestock

b Uma alimentação adequada fornece,

entre outros nutrientes, sais minerais

que contêm íons necessários ao

funcionamento do organismo.

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

32. (Unisinos-RS) O cátion Ca21 (Z 20) é constituído por:
Exercício Resolvido

a) 20 prótons e 18 elétrons.

29. O íon 20Ca21 toma parte na constituição dos ossos humanos. Determine quantos prótons e quantos

b) 18 prótons e 20 elétrons.

elétrons ele apresenta.

c) 20 prótons e 18 nêutrons.

Resolução

d) 18 prótons e 20 nêutrons.

Um átomo neutro de cálcio transforma-se no cátion

e) 20 nêutrons e 20 elétrons.

bivalente Ca21 quando perde 2 elétrons.

33. (UFF-RJ-modificado) Considere um átomo cujo núme-20 prótons

20 prótons

Retirando

ro atômico é igual a 19, que forma cátion monovalente

20Ca

2 elétrons

20Ca21

ao participar de reações químicas e que apresenta

20 elétrons

18 elétrons

20 nêutrons. Os números de elétrons, prótons e de

Portanto, o íon 20Ca21 tem 20 prótons e 18 elétrons.

massa do cátion são, respectivamente:

a) 18 e, 19 p e 37.

b) 19 e, 19 p e 37.

Exercício Resolvido

c) 19 e, 18 p e 39.

30. O íon 53I2 é importante para o funcionamento

normal da glândula tiroide e, por isso, deve estar

d) 19 e, 19 p e 39.

presente, em quantidade adequada, na dieta hu-

e) 18 e, 19 p e 39.

o de 1998.eir

mana. Quantos prótons e quantos elétrons há na

constituição desse ânion?

34. (PUC-MG) Indique a carga de um íon que contém

13 prótons, 10 elétrons e 15 nêutrons.

Resolução

a) 31

b) 11

c) 12

d) 32

Um átomo neutro de iodo transforma-se no ânion

monovalente I2 quando recebe 1 elétron.

35. (UFSM-RS) A alternativa que reúne apenas espécies isoeletrônicas é:

53 prótons

53 prótons

Acrescendo

a) 7N32, 9F2, 13A,31

53I

1 elétron

53I2

53 elétrons

54 elétrons

b) 16S0, 17C,2, 19K1

c) 10Ne0, 11Na0, 12Mg0

Portanto, o íon 53I2 tem 53 prótons e 54 elétrons.

d) 20Ca21, 38Sr21, 56Ba21

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

e) 17C,2, 35Br2, 53I2

Exercício Resolvido

odução pr

m

Comentário dos autores:

31. (UFSM-RS) Analise a tabela:

Repr

Espécies químicas isoeletrônicas são aquelas

Número

Número

Número

que têm o mesmo número de elétrons.

Espécie

de

de

de

genérica

nêutrons

prótons

elétrons

36. (FIB-BA) O número atômico do elemento X é 45.

X

20

17

17

Os íons X21 e Y31 são isoeletrônicos. Identifique a Y

17

17

18

opção correta para o número atômico de Y:

Z

78

79

78

a) 45

b) 46

c) 47

d) 48

e) 49

W

18

18

18

37. (PUC-RJ) O número atômico do elemento X é 30.

Indique a alternativa que apresenta somente

Os íons X21 e Y32 são isoeletrônicos.

espécie(s) neutra(s).

Escolha a opção correta para o número atômico

a) apenas X

c) apenas Z

e) apenas X e W

de Y.

b) apenas Y

d) apenas W

a) 33

b) 31

c) 3

d) 28

e) 25

Resolução

38. (PUC-MG) O íon óxido O22 possui mesmo número de Dentre X, Y, Z e W, serão eletricamente neutras

elétrons (isoeletrônicos) que:

apenas aquelas espécies cujo número de prótons

a) o íon fluoreto F2.

c) o íon cálcio Ca21.

for igual ao de elétrons. Consultando a tabela,

b) o átomo de sódio Na. d) o íon sulfeto S22.

verificamos que isso só acontece com X e W.

Números atômicos:

Alternativa e.

O □ 8; F □ 9; Na □ 11; Ca □ 20; S □ 16.

91

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

39. (UFJF-MG) O acelerador de partículas é um sistema utilizado para estudos da estrutura da matéria e física nuclear. Em um experimento realizado no acelerador, foram projetadas partículas que, ao colidirem com uma placa, geraram um tipo de espécie que apresenta 30 prótons, 28 nêutrons e 29 elétrons.

Pode-se afirmar que esta espécie é um:

a) cátion monovalente com número de massa igual a 59.

b) ânion bivalente com número de massa igual a 58.

c) ânion monovalente com número de massa igual a 57.

d) cátion monovalente com número de massa igual a 58.

e) cátion monovalente com número de massa igual a 57.

40. (UFMT) Considere as espécies químicas monoatômicas indicadas na tabela abaixo.

Espécie química

Número de

Prótons

Elétrons

monoatômica

nêutrons

I

12

12

12

II

12

13

10

o de 1998.

III

20

20

20

eir

IV

20

21

20

V

17

18

18

Em relação às espécies químicas monoatômicas apresentadas na tabela, pode-se afirmar que

a) V é um cátion.

b) III é um ânion.

c) II é eletricamente neutro.

d) III e IV são de um mesmo elemento químico.

e) I e II não são isótopos.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

41. (PUC-RJ) Um íon X21 tem 18 elétrons e 20 nêutrons. Portanto, o elemento X tem: odução pr

Repr

a) número atômico 17.

b) 18 prótons.

c) 19 elétrons.

d) 19 nêutrons.

e) número de massa 38.

42. (Ufam) O número de elétrons do cátion X21 de um elemento

X é igual ao número de elétrons do átomo neutro de um gás nobre. Este átomo de gás nobre apresenta número atômico 10 e número de massa 20. O número atômico do elemento X é:

a) 8

c) 12

e) 20

b) 10

d) 18

43. (UFRJ) O átomo 85A tem 45 nêutrons e é isótopo de B que tem 42 nêutrons. B é isóbaro de C, cujo cátion divalente tem 36 elétrons.

Determine:

a) o número atômico de A;

b) o número de massa de B;

c) o número de prótons de C;

d) o número de nêutrons dos isótonos de C.

92

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

Informe-se sobre a Química

o que é nanotecnologia?

“Há mais de 2.500 anos, alguns filósofos gregos se perguntavam se a imensa variedade do mundo que nos cerca não podia ser

reduzida a componentes mais simples.

A própria palavra átomo vem daquele tempo e significa 'indivisível'. A última fração da matéria, segundo esses filósofos o 'tijolo' fundamental de tudo o que existe, não poderia mais ser dividida em outras partes mais simples. Podemos fazer uma comparação elementar, apenas para fins didáticos. Em uma padaria, você encontra uma grande variedade de pães, bolos, biscoitos, tortas, todos produzidos a partir de um pequeno número de ingredientes: farinha, fermento, manteiga, óleo, açúcar, chocolate etc. Muitas vezes, os ingredientes de pães diferentes são os mesmos, apenas mudam suas quantidades relativas e a forma de preparação. Da mesma maneira, quando olhamos o mundo à nossa volta, vemos uma variedade incrível de seres vivos e objetos inanimados, de um grão de areia à galáxia, de um vírus a uma baleia. Quantos tipos de 'ingredientes'

diferentes são necessários para produzir esse mundo? […]

Os átomos são formados por um núcleo positivo, onde reside praticamente toda sua o de 1998.eir

massa, e por elétrons, negativos, que circulam em torno do núcleo. Sabemos, também, que ocorrem naturalmente no universo apenas noventa e dois tipos de átomos diferentes. Esses tipos podem ser classificados pelo número de prótons […] contidos em seus núcleos. Sabemos ainda que esses átomos podem não ser o fim da história, pois pode haver no universo partículas ou alguma forma de energia ainda não descobertas — ou pode ser que nossas teorias sobre o universo precisem algum dia ser revisadas, se esses novos 'ingredientes' não forem encontrados. Tudo isto é parte do mundo fascinante da pesquisa científica — cada pergunta respondida leva a novas perguntas. Em Ciência, as respostas raramente são definitivas, mas as perguntas perduram. […]

O problema é que átomos são muito pequenos, medem menos de um centésimo de oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

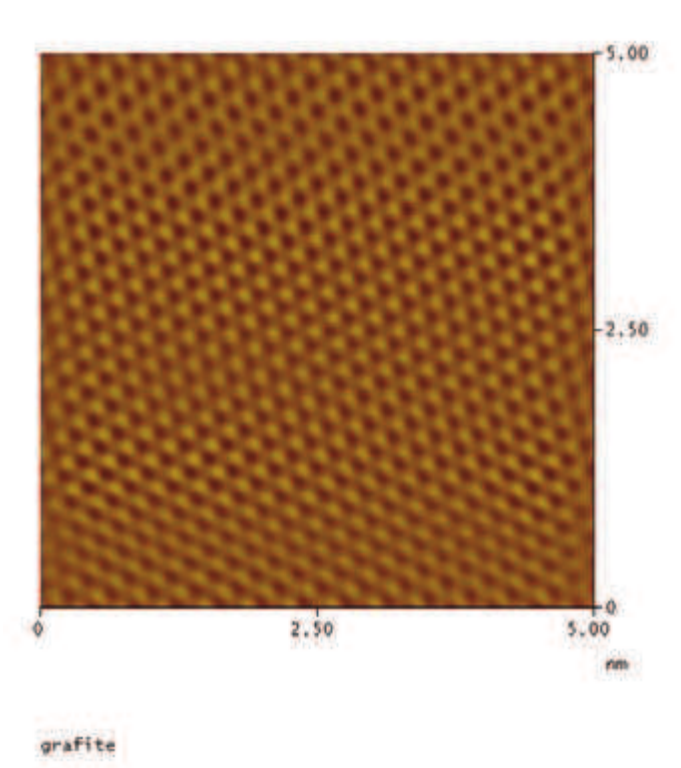
bilionésimo de metro, e obedecem a leis físicas bastante diferentes daquelas com as quais odução pr

estamos acostumados no nosso mundo familiar. O seu tamanho é tal que não podem ser Repr

vistos diretamente. Instrumentos especiais tiveram de ser desenvolvidos antes que fosse possível 'ver' um átomo. Um dos mais práticos desses instrumentos, o microscópio de tunelamento, somente foi inventado na década de 1980. Seus inventores [...] ganharam o prêmio Nobel por seus trabalhos. O funcionamento desse microscópio depende das leis da mecânica quântica, que governam o comportamento dos átomos e moléculas. Portanto, a existência de átomos e as leis da natureza no mundo atômico tiveram de ser pacientemente descobertas a partir de experimentos especialmente concebidos. Esse processo levou décadas e envolveu grandes cientistas.

Instrumentos como o microscópio de tunelamento e outros estendem nossa 'visão' até tamanhos na faixa de bilionésimo de metro. Um bilionésimo de metro chama-se 'nanômetro', da mesma forma que um milésimo de metro chama-se 'milímetro'. 'Nano' é um prefixo que vem do grego antigo (ainda os gregos!) e significa 'anão'. [...]

Ainda antes dos cientistas desenvolverem instrumentos para ver e manipular átomos individuais, alguns pioneiros mais ousados se colocavam a pergunta: o que aconteceria se pudéssemos construir novos materiais, átomo a átomo, manipulando diretamente os tijolos básicos da matéria? Um desses pioneiros foi um dos maiores físicos do século XX: Richard Feynman. [...]



A ideia de Feynman é que não precisamos aceitar os materiais com que a natureza nos provê como os únicos possíveis no

universo. Da mesma maneira que a humanidade aprendeu a manipular o barro para dele fazer tijolos e com esses construir casas, seria possível, segundo ele, manipular diretamente os átomos e, a partir deles, construir novos materiais que não ocorrem naturalmente. [...] Hoje, qualquer toca-disco de CDs é uma prova da verdade do que Feynman dizia. Os materiais empregados na construção dos *lasers* desses toca-

-discos não ocorrem naturalmente, mas são fabricados pelo homem, camada atômica sobre camada atômica.

O objetivo da nanotecnologia, seguindo a proposta de Feynman, é o de criar novos materiais e desenvolver novos produtos e processos baseados na crescente capacidade da tecnologia moderna de ver e manipular átomos e moléculas. [...]

Nanotecnologia não é uma tecnologia específica, mas todo um conjunto de técnicas, baseadas na Física, na Química, na Biologia, na Ciência e Engenharia de Materiais, e na Computação, que visam estender a capacidade humana de manipular a matéria até os limites do átomo. As aplicações possíveis incluem: aumentar espetacularmente a capacidade de armazenamento e processamento de dados dos computadores; criar novos mecanismos para entrega de medicamentos, mais seguros e menos prejudiciais ao paciente dos que os disponíveis hoje; criar materiais mais leves e mais resistentes o de 1998.

do que metais e plásticos, para prédios, automóveis, aviões; e muito mais inovações eir

em desenvolvimento ou que ainda não foram sequer imaginadas. Economia de energia, proteção ao meio ambiente, menor uso de matérias-primas escassas são possibilidades muito concretas de desenvolvimento em nanotecnologia que estão ocorrendo hoje e podem ser antevistos.

b Imagem de uma amostra de grafite

(escala: 5 nm 3 5 nm) obtida em um

microscópio de tunelamento (STM).

tórIo de FILmes

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

FInos do InstItuto de FísIca da usP

Repr

Imagem obtIda no Labora

ProFessor henrIque toma

c

Microscópio de tunelamento (STM)

instalado no Instituto de Química da

Universidade de São Paulo.

94

Introdução à estrutura atômica

Capítulo 5

No Brasil, a nanotecnologia ainda está começando. Mas já há resultados importantes.

Por exemplo, um grupo de pesquisadores da Embrapa, liderados pelo Dr. L. H. Mattoso, desenvolveu uma 'língua eletrônica', um dispositivo que combina sensores químicos de espessura nanométrica, com um sofisticado programa de computador para detectar sabores.

A língua eletrônica da Embrapa, que ganhou prêmios e está patenteada, é mais sensível do que a própria língua humana. [...]

Aplicações [...] na Química e na Petroquímica, em entrega de medicamentos, em sensores, em materiais magnéticos, em computação quântica, são alguns exemplos da nanotecnologia sendo desenvolvida no Brasil. O que precisamos agora é aprender a transformar todo esse conhecimento em riquezas para o país."

Fonte: SILVA, C. G. *Com Ciência*. n. 37, novembro, 2002. Disponível em:

<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano10.htm>. Acesso em: 9 fev. 2010.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

1. O texto cita que ocorrem naturalmente no universo apenas noventa e dois tipos de átomos diferentes. Esses tipos podem ser classificados pelo número de prótons contidos em seus núcleos.

o de 1998.

Baseado no texto e no que você aprendeu ao estudar este capítulo, discuta e justifique eir

para seus colegas se é correta ou falsa a afirmação a seguir: A classificação a que o texto se refere é de que os noventa e dois tipos de átomos diferentes citados são isótopos entre si, pois ocorrem naturalmente na natureza e essa é a principal característica dos isótopos.

2. Reescreva o trecho do texto em que o autor aponta o caráter mutável da Ciência. Você concorda com essa afirmação? Explique.

3. Escreva no seu caderno os valores numéricos correspondentes a: a) Um centésimo de metro.

b) Um milésimo de metro.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

c) Um bilionésimo de metro.

odução pr

d) Um centésimo de bilionésimo de metro.

Repr

4. Além das citadas no texto, existem outras aplicações para a nanotecnologia. Pesquise algumas aplicações e, trabalhando em grupo, faça uma pequena apresentação para seus colegas de sala.

5. Faça uma pesquisa sobre o trabalho desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS): Guterres, Sílvia Stanisçuaski; Alves, Marta Palma; Pohlmann, Adriana Raffin sobre nanopartículas poliméricas, nanoesferas e nanocápsulas para aplicações cutâneas.

Discuta com seus colegas de classe sobre os benefícios dessa pesquisa na área médica.

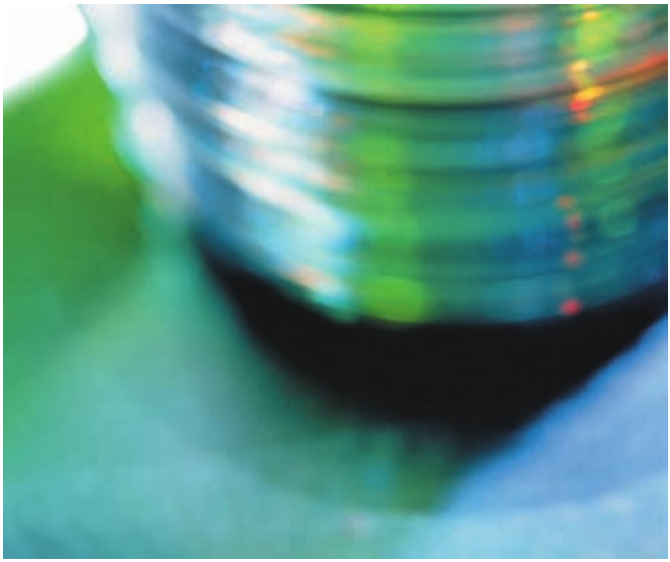
Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

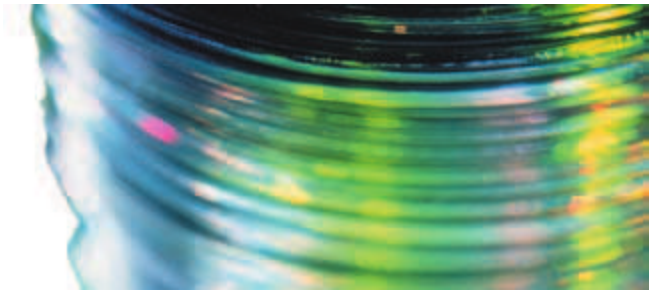
Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.



0
12345
01234 56789



O

Noção mais detalhada

APÍTULC

6 da estrutura atômica

A produção da luz *laser* pode ser compreendida

com o modelo atômico de Bohr. Esse tipo de luz é empregado em leitores de CD, DVD e códigos

de barra. Também tem aplicações na Medicina (por exemplo, em certas cirurgias do olho, como na foto ao lado), na Engenharia e na pesquisa científi ca.

VOISIN/PHANIE/ I\MAGEPLUS

o de 1998.eir

• ATENÇÃO

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Uma fonte de luz *laser* não deve ser apontada direta-odução pr

mente para os olhos porque pode causar danos irreparáveis

Repr

à retina. Os procedimentos oftalmológicos usando *laser* são realizados com equipamento adequado, operado por médico treinado.

PAUL EEKHOFF/MASTERFILE/OTHER IMAGES

Alguns conteúdos importantes:

✔ ***Espectros atômicos***

✔ ***Modelo atômico de Bohr***

✔ ***Aplicações do modelo de Bohr na explicação do***

TINSTOCK

teste da chama, da cor dos fogos de artifício e do funcionamento de luminosos baseados no tubo de raios catódicos

✔ *Modelo de subníveis de energia*

✔ *Distribuição eletrônica nos subníveis*

WILLIAM WHITEHURST/CORBIS/LA

✔ *Distribuição eletrônica nas camadas*

96

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga

que estejam relacionados à imagem e justifique sua esco-

TinSTOCK

lha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões

Y/la

ao professor.

• modelo atômico de Bohr

• transição eletrônica

al/SCiEnCE PhOTO librar

• mercúrio

• bioluminescência

STEvE PErCiv

• luz *laser*

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

O modelo atômico de Rutherford, estudado no capítulo anterior, explica o resultado da experiência sobre dispersão de partículas alfa. Há, no entanto, evidências experimentais que esse modelo não explica. Um exemplo são os espectros atômicos, resultado experimental em que átomos de certo elemento, submetidos a determinadas condições, emitem luminosidade de apenas determinadas cores, características do elemento.

Até 1913, nenhum modelo atômico explicava adequadamente os espectros atômicos. Nesse ano, o dinamarquês Niels Bohr propôs um novo modelo atômico que se oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

baseava em algumas suposições aceitas, por ele, como verdadeiras. A partir dessas suposições, que ficaram conhecidas como postulados de Bohr, o cientista pôde ex-odução pr

plicar qualitativamente os espectros atômicos e deduzir matematicamente os valores Repr

exatos da frequência (uma das características da luz) das cores presentes no espectro atômico do elemento hidrogênio.

O modelo atômico de Bohr e sua aplicação qualitativa na explicação de certos fenômenos são um dos temas deste capítulo.

Esse modelo atômico, no entanto, apresenta limitações. Entre elas, está o fato de que não permite deduzir a frequência exata das luzes presentes nos espectros de átomos com dois ou mais elétrons. Também não oferece qualquer explicação satisfatória para a chamada estrutura fina dos espectros atômicos (comentaremos o que é isso neste capítulo).

Lembre-se de que o modo de trabalho da Ciência é dinâmico e, sempre que um modelo não é satisfatório, é aprimorado ou substituído por outro mais adequado.

A partir do modelo de Bohr, o trabalho de vários cientistas no ramo científico que ficou conhecido como Mecânica Quântica propiciou avanços na área dos modelos atômicos. Apresentaremos, também neste capítulo, noções do modelo atômico de subníveis, que surgiu do trabalho de cientistas na área da Mecânica Quântica.

1 Espectros atômicos

O espectrO eletrOmagnéticO

As ondas eletromagnéticas são aquelas que não necessitam de um meio material para se propagar. Podem propagar-se no vácuo. Exemplos de ondas eletromagnéticas são a luz, as ondas de rádio e de TV, as micro-ondas, os raios X, gama, infravermelhos e ultravioleta.

Todas as ondas eletromagnéticas possuem a mesma velocidade de propagação no vácuo: 3,0 3 108 m/s. No ar, essa velocidade é praticamente a mesma.

A seguir é apresentado um esquema do espectro eletromagnético, mostrando os diferentes nomes dados às ondas eletromagnéticas de acordo com a frequência (expressa em hertz, Hz, número de oscilações por segundo da onda). Para compreender o esquema, lembre-se de que 104 significa 10.000, 106 significa 1.000.000, e assim por diante.

Cuidado

Forno de

micro-ondas

Explosões nucleares

Comunicação

e materiais radioativos

via satélite

!

o de 1998.eir

CUIDADO!

Radar

Acentuado risco

de câncer de pele

Forno e fogão

Acarreta o

Aparelhos para

bronzeamento

radiografias

Ondas longas

Ondas de rádio

Infravermelho

Ultravioleta Raios X

Raios gama

1024

1023

1022

1021

1020

1019

1018

1017

1016

1015

1014

1013

1012

1011

1010

109

108

107

106

105

10 102 103 104

Frequência (Hz)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Luz visível

ilsutrações: adilson secco

Vermelho

Violeta

4,3 • 1014 Hz

Parte visível do espectro eletromagnético (espectro visível) 7,5 • 1014 Hz

Frequência (Hz)

Canais de TV

Rádio FM

Usos marítimos

Rádio

Rádio marítimo,

Rádio marítimo, aeronáutico,

e aeronáuticos

AM

aeronáutico e móvel

2 – 6

7 – 13

14 – 69

móvel e faixa-cidadão

104

105

106

107

108

109

1010

1011

Frequência (Hz)

98

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

Se fizermos a luz de uma lâmpada comum (de filamento incandescente) passar através de um prisma, ela será decomposta em várias cores, que são popularmente conhecidas como arco-íris.

Cientificamente, o que se obtém é chamado de espectro da luz visível.

Lâmpada

comum

Filme

fotográfico

Aumenta a

frequência

das ondas

de luz

Fenda

Espectro (contínuo)

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

Prisma

da luz visível

(Esquema fora de proporção, em cores fantasiosas.)

Contudo, se repetirmos essa experiência utilizando a luz proveniente de uma lâmpada de gás (tubo de raios catódicos), não obteremos o espectro completo. Apenas algumas linhas estarão presentes, correspondendo somente a algumas frequências das ondas de luz visível. Essas linhas formam o espectro de linhas ou espectro atômico.

o de 1998.eir

Lâmpada de gás

(tubo de raios

Filme

Aumenta a frequência

catódicos) contendo

fotográfico

das ondas de luz

uma substância específica

(por exemplo, gás hidrogênio,

gás hélio, vapor de sódio etc.)

Fenda

Prisma

Espectro de linhas

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

(descontínuo)

(Esquema fora de proporção, em cores fantasiosas.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Alguns exemplos de espectros atômicos aparecem na figura a seguir.

odução pr

Repr

Sódio

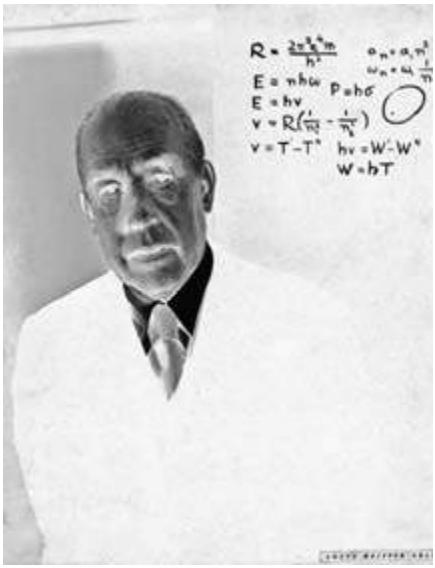
Hélio

Hidrogênio

Estrôncio

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

Representação esquemática de espectros atômicos (ou espectros de linhas) obtidos com alguns elementos.



2 Modelo atômico de Bohr

O modelo de Rutherford, proposto em 1911, apesar de esclarecer satisfatoriamente os resultados da experiência sobre a dispersão de partículas alfa, possuía algumas deficiências, como, por exemplo, não explicar os espectros atômicos. Em 1913, Niels Bohr propôs um outro modelo, mais completo, que era suficiente para explicar o Y/KEYSTOnE

espectro de linhas.

T librar

Em seu modelo, Bohr incluiu uma série de postulados (postulado é uma afirmação aceita como verdadeira, sem demonstração):

• Os elétrons, nos átomos, movimentam-se ao redor do núcleo em trajetórias circulares, chamadas de camadas ou níveis. (A camada, ou nível, mais próxima ThE briDGEman ar

do núcleo é designada pela letra K, a segunda pela letra l, a terceira pela letra m, e assim sucessivamente.)

O dinamarquês Niels Bohr

• Cada um desses níveis tem um valor determinado de energia.

(1885-1962), Prêmio Nobel

em 1922.

• Não é permitido a um elétron permanecer entre dois desses níveis.

• Um elétron pode passar de um nível para outro de maior energia, desde que absorva energia externa (ultravioleta, luz visível etc.). Quando isso acontece, dizemos que o elétron foi excitado e que ocorreu uma transição eletrônica (veja a ilustração esquemática A).

o de 1998.eir

• O retorno do elétron ao nível inicial é acompanhado pela liberação de energia na forma de ondas eletromagnéticas (veja a ilustração B), por exemplo, como luz visível ou ultravioleta.

A situação em

que os elétrons

de um átomo es-

Energia

Energia

tão com a menor

No retorno ao

energia possível é

A absorção de

estado fundamental

�

energia excita

�

chamada estado

ocorre liberação

o elétron.

de energia.

fundamental desse

átomo.

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Uma novi da de relevante da teo ria de Bohr está na afir ma ção de a ener gia dos odução pr

elé trons ser quan ti za da, isto é, ter ape nas alguns deter mi na dos valo res.

Repr

Utilizando o modelo de bohr podem-se explicar os espectros atômicos. Primeiramente os elétrons são excitados na lâmpada de gás e, em seguida, ao retornarem aos níveis de menor energia, liberam energia na forma de luz. Como a cor da luz emitida depende da diferença de energia entre os níveis envolvidos na transição (veja a ilustração C) e como essa diferença varia de

elemento para elemento, a luz apresentará cor característica para cada elemento químico. O modelo atômico de Rutherford, modificado por Bohr, é também conhecido como modelo de rutherford-bohr.

Retorno do

Representação dos níveis de energia

elétron excitado

e das transições eletrônicas

4o nível

3o nível

Níveis de energia

Cores

2o nível

diferentes

têm diferentes

Energia aumenta

1o nível

Frequência aumenta

(luzes de diferentes

cores e tonalidades

frequências de onda)

1o nível (camada K)

iluSTraçõES: aDilSOn SECCO

2o nível (camada L)

Representação de espectro de linhas

3o nível (camada M)

(cada linha corresponde

a uma transição)

4o nível (camada N)

100

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

3 Algumas aplicações do modelo de Bohr

3.1 Interpretação da cor no teste da chama

Considere o seguinte relato de experiência: na ponta de um fio de platina tabela 1 Cores emitidas

coloca-se uma pequena amostra de cloreto de sódio (NaC,) e leva-se à chama pelos átomos de

de um bico de Bunsen, segurando-o com uma pinça de madeira ou fixado a alguns elementos

um bastão de vidro para não queimar os dedos.

no teste da chama

A observação macroscópica que se faz é que a chama, inicialmente azul bem Elemento

Cor

clara, quase transparente, adquire uma intensa coloração laranja. Repetindo-se Sódio

Laranja

esse procedimento, porém utilizando brometo de sódio (NaBr) ou iodeto de Potássio

Violeta

sódio (NaI), também se observa que a chama adquire coloração laranja. Como o fio de platina levado à chama sem a presença do sal não produz coloração na Cálcio

Vermelho-tijolo

chama, isso parece indicar que o sódio deve ser o responsável pela coloração.

Vermelho-

Estrôncio

De fato, ao repetir esse procedimento com compostos de alguns outros elemen-

-carmim

tos metálicos, percebe-se que cada um deles produz uma cor característica ao Bário

Verde

ser submetido à chama (veja a tabela 1).

Cobre

Azul-esverdeada

O procedimento que descrevemos é conhecido como teste da chama.

Césio

Azul-clara

o de 1998.eir

Ele teve importância histórica como um dos testes empregados na detecção de certos elementos em amostras de minerais. Segundo o modelo de Bohr, quando átomos são submetidos a uma chama, o calor excita os elétrons, isto é, faz com que passem para níveis de maior energia. Ao voltarem aos níveis iniciais, liberam energia na forma de luz, cuja cor é característica dos átomos de cada elemento.

A

B

C

D

TinSTOCK

TinSTOCK

TinSTOCK

TinSTOCK

Y/la

Y/la

Y/la

Y/la

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

T PhOTOGraPhY/SCiEnCE

T PhOTOGraPhY/SCiEnCE

PhOTO librar

PhOTO librar

PhOTO librar

PhOTO librar

Repr

KlauS GulDbranDSEn/SCiEnCE

anDrEW mCClEnaGhan/SCiEnCE

anDrEW lambEr

anDrEW lambEr

 Teste da chama com

 … potássio, …

 … estrôncio e …

 … bário.

sódio, …

3.2 Fogos de artifício

• AtEnção

Quando os fabri can tes dese jam pro du zir fogos de arti fí cio colo ri dos, eles mistu ram à pól vo ra com pos tos de cer tos ele men tos quí mi cos apro pria dos.

Nunca caia na tentação

de manipular fogos

A cor que um ele men to dá aos fogos de arti fí cio é a mesma que ele pos sui no de artifício.

teste da chama. No momento em que a pól vo ra explo de, a ener

gia exci ta os elé-Acidentes sérios, com quei-

trons desses áto mos. Quando retor nam aos níveis de menor ener gia, libe ram luz maduras e mesmo morte, ates-tam o risco que é manuseá-los.

colo ri da: exa ta men te a cor que vemos no teste da chama.

101

APOLLO

3.3 Luminosos e lâmpadas

Os luminosos de neônio e as lâmpadas de vapor de sódio ou mercúrio são dispositivos baseados no tubo de raios catódicos. Neles, há uma substância no estado gasoso (gás neônio, vapor de sódio e vapor de mercúrio, respectivamente), cujos elétrons são excitados por ação da corrente elétrica. Quando esses elétrons retornam a níveis de menor energia, há a emissão de luz.

TinSTOCK

TinSTOCK

ruDY SulGan/COrbiS/la

lESTEr lEFKOWiTZ/COrbiS/la

mauríCiO SimOnETTi/PulSar imaGEnS

A cor dos fogos de artifício pode ser

Nas lâmpadas de vapor de sódio, como as que

Luminoso de neônio do Teatro

explicada utilizando o modelo atômico

aparecem nesses postes, a luz emitida é laranja: a

Apollo, Nova York, EUA.

de Bohr.

mesma cor do sódio no teste da chama. Viaduto

do Chá, SP, 2006.

FlUorESCênCIA E FoSForESCênCIA

Alguns materiais, quando absorvem radiação ultravioleta ou outras formas de radiação, emitem de volta luz visível.

Esse fenômeno é chamado genericamente de luminescência. Quando a TinSTOCK

emissão ocorre imediatamente após a incidência da radiação ultravioleta, o SPl/la

fenômeno é chamado de fluorescência; se, por outro lado, a emissão demorar alguns segundos ou até mesmo algumas horas, chamamos de fosforescência.

KlauS GulDbranDSEn/

Os interruptores de luz e os ponteiros de relógio que brilham no escuro baseiam-

-se no princípio da fosforescência.

Os ponteiros de relógio feitos de material fosforescente □

□□ ponteiros de relógio feitos de mater

s ia

ã l fo

o vi ssífo

v reeisc

s n ente s

o esc ã

uro vi

o g sríavçeais n

s a o e

o restcourrno g

o grraaçdas a

ua o r

l do eto

s elrn

ét o

ro

ns

gradual dos elétrons ex

e c

x ictitad

adoos n

s no p

o peeríro

íoddo e

o em qu

m q e o d

u

i

e o d sisppoosistitivio e

vo essteve i

tev l

e i u

l m

u i

m n

i a

n d

ado.

o.

3.4 Luz *laser*

A palavra *laser* vem do inglês *light amplification by stimulated emission of radiation*, Estado excitado

que significa "amplificação da luz por emissão estimulada de radiação". O mais o

simples, e mais antigo, dos aparelhos desse tipo é o *laser* de rubi.

flash

O rubi é um sólido de fórmula A

rápido

,

Estado

2O3 contendo pequenas quantidades de íons

Decaiment

metaestável

Cr31, responsáveis por sua cor vermelha característica. No *laser* de rubi, elétrons dos íons Cr31 são excitados através de uma lâmpada tipo *flash*. Na volta, esses elétrons ficam presos num nível energético intermediário (chamado de *estado metaestável*) no Luz

Emissão

laser

qual podem permanecer alguns segundos.

estimulada

Excitação pela luz do

Por meio de um artifício, esses elétrons são forçados a retornar simultanea-Estado fundamental

mente para o estado fundamental, num processo denominado emissão estimulada aDilSOn SECCO

de radiação. Com isso, obtém-se um feixe de luz de alta intensidade e de frequência

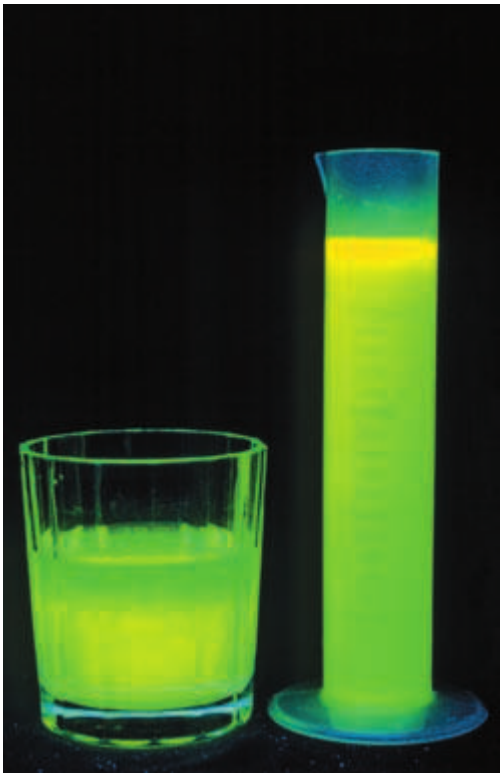
 Esquema que mostra o

processo de emissão de luz

bem definida, chamado de luz *laser*.

em um *laser*.

102



3.5 Bioluminescência: a luz dos vaga-lumes

Alguns seres vivos possuem um interessante mecanismo em seus organismos: reações químicas utilizam a energia (proveniente dos alimentos) para excitar elétrons de alguns átomos. Quando os elétrons voltam ao estado fundamental, TINSTOCK

há emissão de luz. Esse fenômeno é chamado de bioluminescência. O caso mais Y/LA

conhecido de bioluminescência é o dos vaga-lumes (ou pirilampos).

Os químicos já conseguiram reproduzir em laboratório as

PHOTO LIBRAR

reações de bioluminescência, como, por exemplo, aquelas

KLAUS GULDBRANDSEN/SCIENCE

responsáveis pela luz emitida pelos vaga-lumes.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. (UFRN) Considere o seguinte diagrama de níveis de O fenômeno descrito:

energia para o átomo de hidrogênio:

a) é característico dos elementos dos grupos 6A e 7A energia

n

da Tabela Periódica.

4

b) ocorre independentemente da quantidade de ener-

3

gia fornecida.

o de 1998.

c) está em concordância com a transição eletrônica,

eir

2

conforme o modelo de Bohr.

ADILSON SECCO

d) mostra que a transição de elétrons de um nível

(I)

(II)

(III)

(IV)

mais interno para um mais externo é um processo

que envolve emissão de energia.

1

e) mostra que um elétron excitado volta ao seu estado As transições em que ocorre apenas absorção de

fundamental, desde que absorva energia.

energia são:

4. (UFPI) Luz fornecida por uma lâmpada de vapor de só-a) I, II, III e IV.

c) I e II.

dio utilizada em iluminação pública é resultado de:

b) III e IV.

d) I e III.

a) transição de elétrons de um dado nível de energia **2.** (PUC-MG-modificado) Considere os nomes dos cien-para um outro de maior energia.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tistas (coluna da esquerda) e os modelos atômicos

b) remoção de elétrons de um átomo para formar

(coluna da direita).

odução pr

cátions.

Repr

1. Dalton

A. Descoberta do núcleo e seu

c) transição de elétrons de um nível de energia mais tamanho relativo.

alto para um mais baixo.

2. Rutherford

B. Átomos esféricos, maciços, indi-

d) adição de elétrons a átomos para formação de

visíveis.

ânions.

3. Niels Bohr

C. Modelo semelhante a um “pudim

e) combinação de átomos para formar moléculas.

de passas” com cargas positivas

e negativas em igual número.

5. (UFRGS-RS) Uma moda atual entre as crianças é

4. J. J. Thomson D. Os elétrons giram em torno do nú-

colecionar figurinhas que brilham no escuro. Essas

cleo em determinadas órbitas.

figuras apresentam em sua constituição a substância

Qual das sequências faz a associação CORRETA?

sulfeto de zinco. O fenômeno ocorre porque alguns

a) 1A, 2B, 4C, 3D.

d) 3A, 4B, 2C, 1D.

elétrons que compõem os átomos dessa substância

b) 1A, 4B, 3C, 2D.

e) 4A, 1B, 2C, 3D.

absorvem energia luminosa e saltam para níveis de

c) 2A, 1B, 4C, 3D.

energia mais externos. No escuro, esses elétrons

retornam aos seus níveis de origem, liberando ener-

3. (UFPB) Os fogos de artifício coloridos são fabricados gia luminosa e fazendo a figurinha brilhar. Essa

adicionando-se à pólvora elementos químicos metálicos

característica pode ser explicada considerando o

como o sódio (cor amarela), estrôncio (vermelho-escu-

modelo atômico proposto por:

ro), potássio (violeta) etc. Quando a pólvora queima,

a) Dalton.

d) Rutherford.

elétrons dos metais presentes sofrem excitação eletrôni-

b) Thomson.

e) Bohr.

ca e, posteriormente, liberação de energia sob a forma

de luz, cuja cor é característica de cada metal.

c) Lavoisier.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

6. (UGF-RJ) O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) **8.** (UFMG) O teste de chama é uma técnica utilizada para enunciou, em 1913, um modelo atômico que relacionou

a identificação de certos átomos ou íons presentes em

a quantidade de energia dos elétrons com sua localiza-

substâncias.

ção na eletrosfera.

Nesse teste, um fio metálico é impregnado com a

Em relação à energia associada às transições eletrônicas,

substância a ser analisada e, em seguida, é colocado

um elétron, ao absorver energia, pode sofrer a seguinte

numa chama pouco luminosa, que pode assumir a

transição:

cor característica de algum elemento presente nessa

a) da órbita *N* para a órbita *M*.

substância.

b) da órbita *P* para a órbita *O*.

Este quadro indica os resultados de testes de chama,

c) da órbita *L* para a órbita *K*.

realizados num laboratório, com quatro substâncias:

d) da órbita *O* para a órbita *P*.

e) da órbita *M* para a órbita *L*.

Substância

Cor da chama

7. (UFV-MG) O sal de cozinha (NaC,) emite luz de colora-HC,

Não se observa cor

ção amarela quando colocado numa chama. Baseando-

-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

CaC,2

Vermelho-tijolo (ou alaranjado)

a) os elétrons do cátion Na1, ao receberem energia

SrC,2

Vermelho

da chama, saltam de uma camada mais externa

para uma mais interna, emitindo luz amarela.

BaC,2

Verde-amarelado

o de 1998.eir

b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal

de cozinha, pois ele não é amarelo.

1. INDIQUE, em cada caso, o elemento responsável **c)** a emissão da luz amarela se deve a átomos de

pela cor observada.

oxigênio.

2. Utilizando um modelo atômico em que os elé-

d) os elétrons do cátion Na1, ao receberem energia

trons estão em níveis quantizados de energia,

da chama, saltam de uma camada mais interna

EXPLIQUE como um átomo emite luz no teste de

para uma mais externa e, ao perderem a energia

chama.

ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela.

(Deixe claro, em sua resposta, o motivo pelo qual

e) qualquer outro sal também produziria a mesma

átomos de elementos diferentes emitem luz de cor

coloração.

diferente.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

4 Modelo de subníveis de energia

odução pr

Repr

4.1 Subníveis de energia

Uma vez que, nas déca das de 1920 e 1930, a aná li se de espec tros se mostra va uma das melho res manei ras de inves ti gar a ele tros fe ra, mui tos cien tis tas cen tra ram seus esfor ços nesse campo. Com a cons tru ção de aparelhos mais aDilSOn SECCO

avançados para obter os espectros, foi possível perceber que eles apresentam uma **estrutura fina**, ou seja, algumas das linhas são compostas por duas ou Estrutura fina de um espectro mais linhas muito próximas.

atômico. (Esquema fora de proporção,

em cores fantasiosas.)

A estrutura fina dos espectros foi explicada quando os cientistas propuseram que os níveis de energia são formados por subdivisões, chamadas de **subníveis**.

Estes são designados pelas letras minúsculas **s**, **p**, **d**, **f**, **g**, **h** etc.

A **camada K** é formada pelo **subnível s**. A **camada l** é formada pelos **subníveis s** e **p**. A **camada m** é formada pelos **subníveis s**, **p** e **d**. A **camada n** é formada pelos **subníveis s**, **p**, **d** e **f**. E assim por diante…

104

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

Cada subnível comporta um certo número máximo de elétrons, conforme mostrado pela tabela 2. Ordenando (com base em evidências experimentais) os subníveis em ordem crescente de energia, os cientistas chegaram ao seguinte esquema:

6d

7s

5f

tabela 2 número máximo

6p

de elétrons

5d

6s

4f

acomodados pelos

5p

subníveis s, p, d, f

5s

4d

4p

número máximo

3d

Subnível

4s

de elétrons

3p

s

2

3s

b A simbologia **1s**

Energia crescente

indica subnível s do

2p

primeiro nível, **2s**

p

6

2s

indica subnível s do

segundo nível, **2p**

d

10

indica sub nível p

1s

do segundo nível, e

f

14

assim por diante.

Como pode ser visto no esquema anterior, o subnível 4s, apesar de pertencer à quarta camada, apresenta energia inferior à do subnível 3d, que pertence à terceira camada. Algumas outras situações de inversão desse tipo ocorrem entre os vários subníveis (por exemplo, o subnível 5s o de 1998.eir

tem energia inferior ao 4d e ao 4f; o subnível 6s tem energia inferior ao 4f e ao 5d).

4.2 Distribuição eletrônica em átomos neutros

Os elétrons tendem a distribuir-se nos subníveis de menor energia. A situação na qual os elétrons de um átomo se encontram nos subníveis de menor energia é chamada de **estado fundamental**.

Considere, por exemplo, o átomo eletricamente neutro de hidrogênio 1H, que possui 1 elétron.

Este permanece no subnível 1s, que, entre todos, possui menor energia. Dizemos que a **distribuição eletrônica** do 1H **nos subníveis** é 1s1. A distribuição eletrônica nos subníveis também é conhecida como **configuração eletrônica**.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

No caso do 2He, a distribuição é 1s2, ou seja, os seus 2 elétrons ocupam o subnível de menor energia, 1s. O lítio 3Li apresenta distribuição 1s2 2s1. Note que o terceiro elétron não é comportado odução pr

pelo subnível 1s, que comporta no máximo 2 elétrons. Ele é forçado a ocupar o subnível 2s, que, Repr

depois do subnível 1s, é o que apresenta menor energia.

Para facilitar, foi elaborado o diagrama abaixo — vamos aqui denominá-lo **diagrama das diagonais** (alguns autores o denominam *diagrama de Pauling*) —, no qual as diagonais mostram a ordem em que se dá o preenchimento dos subníveis (para a maioria dos átomos dos elementos).

Ele nos ajuda a realizar a distribuição eletrônica, o que é feito seguindo as diagonais. Observe, na tabela 3, a configuração eletrônica de alguns átomos neutros.

Diagrama das diagonais

1s2

As fl echas indicam

o sentido em que

2s2

2p6

***aumenta* a**

3s2

3p6

3d10

energia

4s2

4p6

4d10

4f14

Legenda

5s2

5p6

5d10

5f14

1s2

6s2

6p6

6d10

Nível

Número

7s2

etc.

de energia

máximo

de elétrons

Subnível

105

Além de auxiliar na distribuição eletrônica nos subníveis, o diagrama das diagonais possibilita a elaboração da **distribuição eletrônica nos níveis** ou **camadas**. Veja os exemplos: 8O

1s2 2s2 2p4

K — 2

L — 6

Distribuição eletrônica nos níveis ou camadas

12Mg 1s2 2s2 2p6

3s2

K — 2

L — 8

M — 2

25Mn 1s2 2s2 2p6

3s2

3p6 4s2

3d5

K — 2

L — 8

M — 13

N — 2

tabela 3

Confi guração eletrônica para os átomos (eletricamente neutros) dos primeiros 20 elementos da tabela periódica

átomo

Confi guração eletrônica

o de 1998.eir

O símbolo [He] indica a confi-

1H

1s1

guração eletrônica de um átomo de

2He

1s2

hélio: 1s2. Assim, ao escrever que a

configuração de um átomo de

3Li

1s2 2s1

ou [He] 2s1

3Li

é [He] 2s1, estamos querendo dizer

4Be

1s2 2s2

[He] 2s2

que se trata de 1s2 2s1. Costuma-se

chamar o símbolo [He] de **cerne de**

5B

1s2 2s2 2p1

[He] 2s2 2p1

átomo de hélio.

6C

1s2 2s2 2p2

[He] 2s2 2p2

7N

1s2 2s2 2p3

[He] 2s2 2p3

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

8O

1s2 2s2 2p4

[He] 2s2 2p4

odução pr

Repr

9F

1s2 2s2 2p5

[He] 2s2 2p5

10Ne

1s2 2s2 2p6

[He] 2s2 2p6

11Na

[Ne] 3s1

O símbolo [Ne] indica **cerne de**

átomo de neônio, ou seja, 1s2 2s2 2p6.

12Mg

[Ne] 3s2

13A,

[Ne] 3s2 3p1

14Si

[Ne] 3s2 3p2

15P

[Ne] 3s2 3p3

16S

[Ne] 3s2 3p4

17C,

[Ne] 3s2 3p5

18Ar

[Ne] 3s2 3p6

19K

[Ar] 4s1

O símbolo [Ar] indica **cerne de**

20Ca

[Ar] 4s2

átomo de argônio, ou seja,

e assim por diante

1s2 2s2 2p6 3s2 3p6.

106

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

9. A representação 3p2 deve ser interpretada da seguinte

d) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d2

maneira:

e) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6

a) O nível “p” do terceiro subnível apresenta 2 elétrons.

b) O segundo nível do subnível “p” apresenta 3 elé-

14. (Vunesp) Para o elemento de número atômico 28, a trons.

configuração eletrônica é:

c) O subnível “p” do segundo nível apresenta 3 elé-

a) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d10

trons.

b) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d2 4s2 4p6

d) O terceiro subnível do segundo nível apresenta “p”

c) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 4p6 5s2

elétrons.

d) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d8

e) O subnível “p” do terceiro nível apresenta 2 elétrons.

e) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s1 3d9

10. (Unitins-TO) Coloque em ordem crescente de energia **15.** (UEL-PR) Um átomo neutro de certo elemento, no

os subníveis eletrônicos:

estado fundamental, tem eletrosfera constituída

4d 4f 5p 6s

por 11 elétrons distribuídos, na ordem crescente de

energia de dentro para fora, na configuração 2, 2, 6,

a) 4d , 5p , 6s , 4f

d) 5p , 6s , 4f , 4d

1. Satisfazem essa configuração átomos de:

b) 4d , 4f , 5p , 6s

e) 6s , 5p , 4d , 4f

a) neônio (Z 10).

d) sódio (Z 11).

c) 4f , 4d , 5p , 6s

b) flúor (Z 9).

e) magnésio (Z 12).

11. Escreva a distribuição eletrônica **nos subníveis** de

c) cloro (Z 17).

o de 1998.eir

energia para os seguintes átomos:

a)

16. Escreva a distribuição eletrônica **em camadas** (níveis 4Be

d) 13A,

g) 35Br

de energia) para os seguintes átomos:

b) 7N

e) 20Ca

h) 37Rb

a)

c)

4Be

c) 10Ne **e)** 20Ca **g)** 35Br

i) 55Cs

10Ne

f) 28Ni

i) 55Cs

b) 7N

d) 13A,

f) 28Ni

h) 37Rb

12. (PUC-Campinas-SP) Vanádio (Z 23), elemento de tran sição, constitui componente importante do aço

17. (Cesgranrio-RJ) A distribuição eletrônica correta do para produzir um tipo de liga que melhora conside-átomo 56

26Fe, em camadas, é:

ravelmente a tenacidade, a resistência mecânica e a

a) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d6

corrosão do ferro. Quantos elétrons há no subnível

b) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6 5s2 4d10 5p6 6s2

3d da configuração eletrônica do vanádio?

c) K □ 2 L □ 8 M □ 16

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

d) K □ 2 L □ 8 M □ 14 N □ 2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

13. (Unirio-RJ) Considerando que o número atômico do

e) K □ 2 L □ 8 M □ 18 N □ 18 O □ 8 P □ 2

odução pr

titânio é 22, sua configuração eletrônica será:

18. (UFPA) O elemento cujo átomo tem o maior número Repr

a) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p3

de elétrons em sua camada mais externa é aquele

b) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5

cujo número atômico é:

c) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2

a) 2

b) 4

c) 7

d) 11

e) 12

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

Exercício Resolvido

Exercício Resolvido

19. A última camada de um átomo possui a configu-

20. (UFMG) Na crosta terrestre, o segundo elemento

ração eletrônica 3s2 3p4. Qual o número atômico

mais abundante, em massa, tem, no estado fun-

desse elemento?

damental, a seguinte configuração eletrônica:

nível 1: completo; nível 2: completo; nível 3: 4 elé-

Resolução

trons

Utilizando o diagrama das diagonais, fazemos a

A alternativa que indica corretamente esse ele-

distribuição até 3s2 3p4:

mento é:

1s2 2s2 2p6 3s2 3p4 V total de 16 elétrons

a) Alumínio (Z □ 13).

d) Oxigênio (Z □ 8).

Como, num átomo neutro, o número de elétrons é

b) Ferro (Z □ 26).

e) Silício (Z □ 14).

igual ao número de prótons, então: Z □ 16.

c) Nitrogênio (Z □ 7).

107

Resolução

25. (Vunesp) Um átomo tem número de massa 31 e 16 nêutrons. Qual é o número de elétrons no seu nível mais

De acordo com a descrição feita, temos:

externo?

K 2

2 L

2

8 M

2 4

a) 2

b) 4

c) 5

d) 3

e) 8

Isso conduz ao número atômico 14, elemento

químico silício.

26. (Uerj) A figura abaixo foi proposta por um ilustrador Alternativa **e**.

para representar um átomo de lítio 73Li no estado fun-

damental, segundo o modelo de Rutherford-Bohr.

21. (Unifor-CE) Na configuração eletrônica de um elemento químico há dois elétrons no subnível 3d. O

número atômico desse elemento é:

Elétron

a) 18

b) 20

c) 21

d) 22

e) 40

Próton

Nêutron

22. (Ueba) Um átomo X é isóbaro de 29

aDilSOn SECCO

13Y e possui 14 nêu-

trons. O número de elétrons, no último nível, que o

átomo X possui é:

Constatamos que a figura está **incorreta** em relação

a) 7

b) 13

c) 6

d) 5

e) 4

ao número de:

23. (Uerj) Uma manifestação comum nas torcidas de

a) nêutrons no núcleo.

futebol é a queima de fogos de artifício coloridos,

b) partículas no núcleo.

de acordo com as cores dos times. Fogos com a cor

c) elétrons por camada.

vermelha, por exemplo, contêm um elemento que

d) partículas na eletrosfera.

possui, como mais energético, um subnível **s** total-

mente preenchido.

27. (UFPI) De acordo com o “princípio de Aufbau” para Assim, a torcida do América, para saudar o seu time

a distribuição eletrônica em átomos multieletrôni-

o de 1998.eir

com um vermelho brilhante, deverá usar fogos con-

cos, diz-se que um átomo encontra-se no seu estado

tendo o elemento cujo símbolo é:

fundamental quando seus elétrons se localizam nos

a) Cd (Z 48).

c) K (Z 19).

estados de menor energia. Dentre as opções abaixo,

b) Co (Z 27).

d) Sr (Z 38).

aquela coincidente com a de um átomo no seu estado

fundamental é:

24. (Ufal) Dentre os seguintes elementos, qual apresenta 16 elétrons no terceiro nível energético? (Dados: nú-a) 1s2 2s1 2p4

meros atômicos S 16, Ni 28, Zn 30, Br 35,

b) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5 4s2 3d10

Zr 40.)

c) 1s2 2s2 2p6 3s1 3p5 4s2

a) S

c) Zn

e) Zr

d) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10

b) Ni

d) Br

e) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s1 3d8 4p2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

4.3 Distribuição eletrônica em íons

odução pr

Repr

Como vimos na página 89, os íons diferem dos respectivos átomos neutros apenas no número de elétrons. Assim, para fazer a distribuição eletrônica de íons, devemos inicialmente fazer a distribuição eletrônica como se fosse um átomo neutro. Em seguida, retiramos elétrons se for um cátion ou acrescentamos se for um ânion.

Ao acrescentar ou retirar elétrons de um átomo para elaborar a configuração eletrônica de um íon, devemos realizar essa operação com a **camada de valência**, que é a camada mais afastada do núcleo.

11Na

retirando 1 elétron

11Na1

1s2 2s2 2p6 3s1

1s2 2s2 2p6

retira-se o elétron da

camada de valência

17C,

Acrescentando 1 elétron

17C,2

1s2 2s2 2p6 3s2 3p5

1s2 2s2 2p6 3s2 3p6

Acrescenta-se o elétron

na camada de valência

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

32. (Unirio-RJ) O átomo de magnésio tem número atô-

mico 12 e número de massa 24. Escolha a alternativa

28. Escreva a configuração eletrônica do cátion biva-correta relativa ao Mg que perdeu 2 elétrons.

lente obtido a partir do 26Fe.

a) Tem 12 elétrons.

Resolução

b) Tem 10 nêutrons.

Inicialmente, devemos distribuir 26 elétrons de acor-

c) Tem 10 prótons.

do com o diagrama das diagonais. A seguir, retiramos

d) Tem configuração eletrônica 1s2 2s2 2p6 3s2

2 elétrons da camada de valência (mais externa).

e) Tem configuração idêntica à do Na (Z □ 11) que

Camada de valência

perdeu 1 elétron.

1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d6

26Fe

33. (Fuvest-SP) A seguir, são mostradas quatro configu-Retirando

rações eletrônicas.

2 elétrons

I. 1s2 2s2 2p6

III. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5

II. 1s2 2s2 2p6 3s2

IV. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6

26Fe21

1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d6

Qual das configurações corresponde:

a) a cada um dos átomos C,, Mg, Ne?

b) a cada um dos íons C,2, K1, A, 31?

Exercício Resolvido

(Números atômicos: C, □ 17; K □ 19; A, □ 13;

o de 1998.

29. Escreva a distribuição eletrônica em camadas para Ne □ 10; Mg □

12.)

eir

15P32.

34. (PUC-RJ) As respectivas distribuições eletrônicas **Resolução**

do último nível das espécies químicas K, K1, K21 só

1s2 2s2 2p6 3s2 3p3

15P

podem ser:

Acrescentando

(O potássio tem Z □ 19.)

3 elétrons

a) 4s0 — 4s1 — 4s2

d) 4s2 — 4s1 — 4s2 4p6

b) 4s1 — 3s2 3p6 — 3s2 3p5 **e)** 4s1 — 4s2 — 4s3

15P32 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6

c) 4s1 — 4s2 — 4s2 4p1

K22 L28

M28

35. (Ufes) A configuração eletrônica do átomo de ferro em ordem crescente de energia é 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d6.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

30. (UNI-BH-MG) Sabendo-se que o magnésio (Mg) tem

Na formação do íon Fe21, o átomo neutro perde

número atômico 12, a estrutura eletrônica do cátion

2 elétrons. A configuração eletrônica do íon formado é:

odução pr

Mg21, no estado fundamental, é representada por:

a) 1s22s22p63s23p63d6

d) 1s22s22p63s23p44s13d6

Repr

a) 1s2, 2s2, 2p6, 3s1, 3p1

d) 1s2, 2s2, 2p6, 3s1

b) 1s22s22p63s23p64s23d4 **e)** 1s22s22p63s23p44s23d5

b) 1s2, 2s2, 2p6

e) 1s2, 2s2, 2p6, 3s2

c) 1s22s22p63s23p64s13d5

c) 1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p2

36. (Estácio-RJ) O cátion trivalente do cobalto (Z □ 27) apre-31. (Unifor-CE) O íon Rb1 tem configuração eletrônica senta, nos níveis, a seguinte distribuição eletrônica:

idêntica à do átomo (Dados: números atômicos K □ 19,

a) 2, 8, 15, 2

d) 2, 8, 17

Rb □ 37, Br □ 35, Sr □ 38, Kr □ 36, Xe □ 54.):

b) 2, 8, 8, 8, 1

e) 2, 8, 14

a) Sr

b) Xe

c) K

d) Kr

e) Br

c) 2, 8, 12, 2

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

37. (UFRRJ) Íons são estruturas eletricamente carrega-

c) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6

das, podendo ser positivas, quando perdem elétrons,

d) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p4 4s2

e negativas, quando ganham. Considerando um certo

e) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p4 4s2 3d2

íon de carga 12, cujo número de prótons é a metade

do seu número de massa, que é 40, podemos afirmar

38. (Udesc) Represente, utilizando-se do símbolo do gás que a distribuição eletrônica para esse íon será:

nobre do período anterior, a distribuição eletrônica, em

níveis e subníveis energéticos, no estado fundamental,

a) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d2

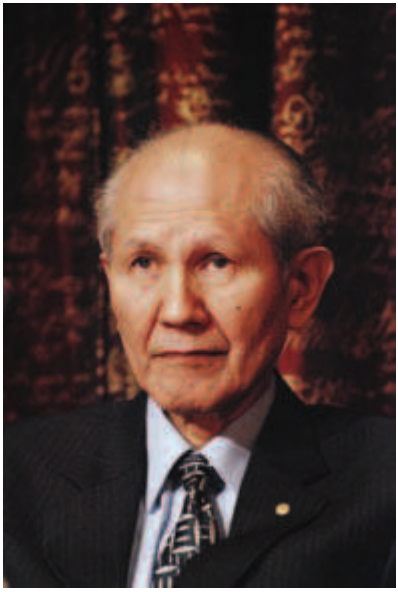
das espécies:

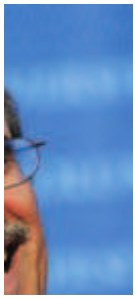
b) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2

a) 32Ge

b) 25Mn31

109





39. (Uece) A platina, Pt, descoberta em 1735, é bastan-a) 18

c) 14

e) 20

te útil em alguns casos, como na odontologia, em

b) 8

d) 24

restauração de coroas; em medicina, em tratamento

de tumores, na ourivesaria, na montagem de joias.

41. (UFPB) Um átomo *X*, de número de massa igual a Em solução pode atingir o estado de oxidação □4,

63 e número de nêutrons igual a 36, é isótono de um

tornando-se Pt4□. A alternativa que mostra os subníveis

átomo *Y*, de número de massa 64, e isóbaro de um áto-

corretos da espécie Pt4□, no estado fundamental, é:

mo *Z*, que possui 34 nêutrons. Em relação a esses

(A platina tem Z □ 78.)

átomos, é correto afirmar que as configurações de

a) 4f14 5d6

c) 4f12 5d8

X□2, *Y*□2 e *Z*□2 são, respectivamente: **b)** 6s2 4f14 5d4

d) 4f13 5d7

a) [Ar] 4s1 3d8; [Ar] 4s2 3d5 e [Ar] 4s2 3d6

b) [Ar] 4s2 3d5; [Ar] 4s2 3d6 e [Ar] 4s2 3d7

40. (Cefet-PR) A soma do número de elétrons do subnível mais energético das espécies químicas N3□, O2□ e A□3□

c) [Ar] 3d5 4s2; [Ar] 3d6 4s2 e [Ar] 3d9 4s0

é igual a:

d) [Ar] 3d7; [Ar] 3d8 e [Ar] 3d9

(Dados: 14

7

e)

7N; 168O; 213A□.)

[Ar] 4s2 3d5; [Ar] 4s2 3d6 e [Ar] 4s1 3d8

Informe-se sobre a Química

Proteína fluorescente revolucionou Biologia

“A descoberta e o desenvolvimento de proteínas fluorescentes coloridas que revolucio-o de 1998.

naram a Biologia renderam o Nobel de Química deste ano [2008] a […] Osamu Shimomura, eir

Martin Chalfie e Roger Tsien […].

K

K

C

C

O

O

□ Da esquerda

A

T

I

T S

S

D

N

E

N I

I T

para a direita:

P

T

I

A

A

K

L

I

L /

/ R

Osamu

W

S

/

I

E

R

B

T

Shimomura,

E

R

U

V

O

E

R

/R

Martin Chalfi e e

E

/C

N

S

PA

E

RE

/E

D

Roger Tsien, em

E

E

LIN

N

2008, ano em que

O

LA

PR

PIX SW

os três ganharam

JUSTIN

SCAN

o Prêmio Nobel

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

de Química.

As proteínas fluorescentes são hoje uma das mais importantes ferramentas para estudos odução pr

em vários campos da Biologia. Por brilharem sob a luz ultravioleta, elas permitem visualizar Repr

processos que antes não podiam ser enxergados pelos cientistas, como o desenvolvimento de células nervosas, o alastramento de tumores, a progressão do mal de Alzheimer no cérebro ou o crescimento de bactérias patogênicas.

Hoje essas proteínas são usadas para a manipulação genética de organismos vivos usados em pesquisas – de bactérias e protozoários a vermes e até mamíferos como camundongos.

Seu uso transcendeu, inclusive, a esfera da ciência – o leitor talvez se lembre do coelho que brilha no escuro produzido pelo artista plástico brasileiro Eduardo Kac.

‘A possibilidade de clonar uma proteína [junto] com proteínas fluorescentes revolucionou a forma de estudar a expressão de genes’, avalia a bióloga Andréa Macedo, pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), cujo grupo de pesquisa tem trabalhado com essas proteínas (ver ‘Parasitas fluorescentes’). ‘Antes disso, tínhamos dificuldade para monitorar a expressão desses genes

[a síntese de proteínas a partir do código genético]. Hoje é muito fácil: basta olhar ao microscópio, ou nem isso, no caso de animais maiores'.

A pesquisa médica está entre as áreas beneficiadas por esse desenvolvimento. 'Muitas doenças são causadas pela falta ou pelo aumento da expressão de certos genes', lembra Macedo. 'Ao estudá-los com proteínas fluorescentes, fica possível entender quando, onde e como está ocorrendo sua expressão.'

110

Noção mais detalhada da estrutura atômica

Capítulo 6

Água-viva pioneira

A primeira proteína fluorescente conhecida foi descoberta em 1962 por Osamu Shimomura, um dos laureados deste ano. Ele isolou a chamada GFP

TinSTOCK

– sigla em inglês para proteína fluorescente verde – estudando a água-viva *Aequorea victoria*, que tem um órgão bioluminescente capaz de emitir um brilho verde quando o animal é agitado. Já nos anos 1970, ele conseguiu desvendar o mecanismo bioquímico que conferia essa

propriedade à proteína.

Outro dos premiados deste ano, Martin Chalfie, começou a trabalhar com a GFP no final dos anos 1980. Ao tomar conhecimento da existência dessa FranS lanTinGa/COrbiS/la

proteína, ele intuiu que ela poderia ser um interessante marcador para visualizar processos biológicos em organismos vivos. […]

Para levar sua ideia a cabo, Chalfie identificou, com a ajuda de outros

 A proteína fluorescente

pesquisadores, a localização do gene responsável pela síntese da GFP no verde (GFP) foi identificada

genoma da *Aequorea victoria*. O passo seguinte foi cloná-lo na bactéria *Es-pela primeira vez na água-viva*

Aequorea victoria (diâmetro

cherichia coli, que passou a produzir o gene e a brilhar no escuro quando aproximado de 10 cm) , em

iluminada por luz ultravioleta. […]

1962.

Já a contribuição do terceiro laureado, Roger Tsien, foi ampliar o espectro cromático das proteínas fluorescentes. Ao trocar alguns aminoácidos na sequência da proteína GFP, ele conseguiu obter proteínas fluorescentes capazes de absorver e emitir luz em várias partes do espectro – ou seja, capazes de assumir diferentes cores.

A vantagem de se usar proteínas marcadas com cores diferentes é que, com isso, tornou-o de 1998.

-se possível visualizar as interações entre elas no organismo. […]

eir

Parasitas fluorescentes

[…] As proteínas fluorescentes são hoje usadas por milhares de pesquisadores do mundo inteiro, inclusive no Brasil, para entender os diversos processos biológicos. Um exemplo recente é o uso dessas proteínas

para entender a infecção pelo parasita Trypanosoma cruzi durante a doença de Chagas.

O trabalho foi conduzido pela bióloga Simone Pires, integrante do grupo de Andréa Macedo na UFMG […]. A equipe obteve tripanossomos geneticamente modificados para expressar as proteínas fluorescentes verde e vermelha.

'A ideia era acompanhar visualmente quais tecidos eram infectados pelo parasita', oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

explica Macedo. 'Há poucos parasitas no organismo durante a fase crônica da doença, e é difícil encontrá-lo. Com o uso das proteínas fluorescentes foi mais fácil visualizá-lo'.

odução pr

O trabalho ajudou a elucidar vários aspectos da infecção pelo parasita, como os me-Repr

canismos de invasão celular ou a troca genética entre diferentes tripanossomos."

Fonte: ESTEVES, B. Ciência Hoje On-line. Setembro, 2009. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>.

Acesso em: 10 fev. 2010.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

1. *Pesquise o que são proteínas.*

3. *Pesquise sobre o "coelho que brilha no escuro" de Eduardo Kac. Escreva um artigo sobre o trabalho*

2. *O texto mostra uma forte influência da Químidesse artista.*

ca sobre a Biologia. Pesquise outro caso em

que a Química influenciou o avanço de outra

4. *Explique como as proteínas fluorescentes ajuda-*

disciplina.

ram no trabalho da pesquisadora Simone Pires.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

111

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — estrutura atômica

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Átomo

caracterizado por

tem

Número

Atômico (Z)

3

1

2

é

é

com

com

Número de

Número de

Elétron(s)

Próton(s)

Nêutron(s)

prótons

prótons **&#xfffd;**

número de

tem

tem

é

nêutrons

(têm)

(têm)

(são)

característica

fundamental

Carga

Carga

4

de um

elétrica

elétrica

tem

o de 1998.

negativa

positiva

Nome

eir

5

tem

Símbolo

podem

podem

estar em

estar em

Igual

Número

aparecem

número

diferente

na

pode

isso

isso

ter

Tabela

ocorre em

ocorre em

periódica

Átomo

Íon

Isótopos

neutro

têm

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

pode

ser

Mesmo Z

odução pr

Repr

6

7

Diferentes A

o que

cuja

tem

tem

forma

concepção

científica

Carga total

Carga total

o que

é um

Modelo

forma

positiva

negativa

atômico

conduz a

conduz a

por exemplo

Perder

Receber

Modelo de

Modelo de

Modelo de

elétron(s)

elétron(s)

Dalton

Thomson

Rutherford

Modelo de

Modelo de

Bohr

subníveis

pode

no qual

é útil o

Diagrama das

diagonais

112

Termoquímica: o calor e os processos químicos

Capítulo 21

O

7 A tabela periódica

APÍTULC

dos elementos

Alguns conteúdos importantes:

. Em uma biblioteca, os livros

Estrutura da tabela periódica atual

estão organizados nas estantes

Importância dos elementos no cotidiano

de acordo com um critério

lógico. (Na foto, biblioteca em

Distribuição eletrônica e tabela periódica

Estocolmo, Suécia, 2001.)

De maneira análoga, os

Principais propriedades periódicas

trabalhos de alguns cientistas

Breve histórico de como se chegou à tabela periódica

conduziram a um modo lógico

de organizar os elementos

químicos, que se baseia em

suas características. Trata-se da

tabela periódica dos elementos.

AlAmy/F1 ONlINE/OTHER ImAGES

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• grupos ou famílias

H

He

• períodos

Li Be

B C N O F Ne

• elementos de transição

Na Mg

A Si P S C Ar

K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr

• metais e não metais

Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe

• elementos químicos

*Cs Ba * Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg T Pb Bi Po At Rn AdIlSON SEccO*

• elementos representativos

*Fr Ra ** Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn*

** La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu*

o de 1998.

*** Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr*

eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Por volta de 1800, os cientistas conheciam cerca de trinta elementos químicos. Com o tempo, novos elementos foram sendo descobertos. Na metade do século XIX esse número já havia duplicado. Hoje são mais de cem elementos conhecidos.

Os cientistas do século XIX rapidamente perceberam como os elementos químicos oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

apresentam propriedades muito variadas. Um dos grandes desafios dos cientistas daquela época foi explorar a grande diversidade de características dos elementos odução pr

químicos e tentar enxergar certa ordem nela.

Repr

Embora vários cientistas tenham contribuído para atingir esse objetivo, grande mérito é normalmente creditado ao russo Dmitri Mendeleev, que elaborou uma maneira de organizar os elementos químicos de acordo com suas propriedades e que é usada ainda hoje. Mais do que isso, o método de classificação de Mendeleev permitiu a ele fazer previsões surpreendentes. Ele chegou a antever a existência de elementos químicos que ainda não tinham sido descobertos e a prever algumas das propriedades desses elementos e de compostos que eles formariam. Mendeleev teve uma vida suficientemente longa para ver muitas de suas previsões confirmadas pelo trabalho de outros cientistas.

Credita-se a Mendeleev o mérito de ter elaborado a ideia que conduziu à tabela periódica dos elementos, um dos instrumentos de consulta mais utilizados pelos químicos e pelos estudantes de Química em todo o mundo.

Este capítulo apresenta a tabela periódica, relaciona sua estrutura com o modelo atômico de subníveis e explica algumas propriedades periódicas dos elementos.

114

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

1 Estrutura da tabela periódica

1.1 Períodos

*Na página seguinte, aparece a **tabela periódica** em uso atualmente.*

*As figuras A e , abaixo, ajudam a entender o arranjo dos elementos na tabela periódica atual. Os elementos são dispostos, um em cada quadradinho, em **ordem crescente de número atômico** a partir do hidrogênio (Z 5 1). Esse arranjo aparece na figura A.*

*Nesse arranjo, chamado de **forma longa da tabela periódica**, os elementos aparecem em sete linhas (sequências horizontais). Cada uma é denominada **período**. A tabela periódica atual apresenta, portanto, sete períodos.*

*Como essa representação é um pouco comprida, é mais comum representar os elementos com números atômicos de 57 a 71, chamados **lantanídios**, e os de 89 a 103, chamados **actinídios**, à parte dos demais, abaixo da tabela. Esse novo arranjo, que aparece na figura (e também na página seguinte), é a **forma curta da tabela periódica**. Mesmo representados à parte, os lantanídios pertencem ao sexto período e os actinídios, ao sétimo.*

1

1

2

2 1

1

2

2

o de 1998.

3

43 4

5 65 76 87 98 109 10 3

43

4

5 65 76 87 98 109 10

eir

11 1211 12

13 14

13 15

14 16

15 17

16 18

17 18 11 12

11 12

13 14

13 15

14 1615 17

16 18

17 18

19 20

19 20

21 22

21 23

22 24

23 25

24 26

25 2726 28

27 2928 30

29 31

30 32

31 33

32 34

33 35

34 36

35 36 19 20

19 2120 2221 23

22 24

23 2524 26

25 27

26 28

27 2928 30

29 31

30 32

31 33

32 3433 35

34 36

35 36

37 38

37 38

39 40

39 41

40 42

41 43

42 44

43 4544 46

45 4746 48

47 49

48 50

49 51

50 52

51 53

52 54

53 54 37 38

37 3938 4039 41

40 42

41 4342 44

43 45

44 46

45 4746 48

47 49

48 50

49 51

50 5251 53

52 54

53 54

55 56

55 57

56 58

57 5958 60

59 61

60 62

61 63

62 6463 6564 66

65 67

66 68

67 69

68 7069 7170 72

71 73

72 74

73 75

74 76

75 7776 78

77 7978 80

79 81

80 82

81 83

82 84

83 85

84 86

85 86 55 56

55 56 72 73

72 74

73 7574 76

75 77

76 78

77 7978 80

79 81

80 82

81 83

82 8483 85

84 86

85 86

87 88

87 89

88 90

89 9190 92

91 93

92 94

93 95

94 9695 9796 98

97 99

98100

99 101 102

100

103

101

104

102

105

103

106

104

107

105

108

106

109

107

11

108 0 111

109 11 112

0 111 112

87 88

87 88104 105 106

104

107

105

108

106

109

107

11

108 0 11

109 1

11 112

0 111 112

57 5857 59

58 60

59 6160 62

61 63

62 64

63 6564 66

65 67

66 68

67 69

68 7069 71

70 71

IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

89 9089 91

90 92

91 9392 94

93 95

94 96

95 9796 98

97 99

98 100

99101 102

100

103

101 102 103

1.2 Famílias ou grupos

Na forma curta da tabela periódica há dezoito colunas, sequências verticais de elementos.

*Cada uma delas é um **grupo**, ou uma **família**, de elementos.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Por determinação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) os grupos Repr

são numerados atualmente de 1 a 18, mas ainda é bastante comum a utilização de uma representação com letras e números (1A, 2A etc.), também mostrada na página seguinte.

*A disposição dos elementos na tabela periódica é tal que **elementos com propriedades semelhantes** ficam num **mesmo grupo**.*

Alguns dos grupos, por sua importância para a Química, recebem nomes especiais:

*• O grupo 1, ou 1A, é o grupo dos **metais alcalinos***.*

*• O grupo 2, ou 2A, é o grupo dos **metais alcalino-terrosos**.*

*• O grupo 16, ou 6A, é o grupo dos **calcogênios**.*

*• O grupo 17, ou 7A, é o grupo dos **halogênios**.*

*• O grupo 18, ou 0 (zero), é o grupo dos **gases nobres**.*

** Como será comentado mais à frente, o hidrogênio não é considerado metal. Assim, apesar de estar no grupo 1, **o hidrogênio não é um metal alcalino**.*

*** Alguns autores não consideram berílio e magnésio como metais alcalino-terrosos. Há, também, autores que preferem grafar o nome desse grupo como **alcalinos terrosos**.*

115

o

3

0

2

9

8

18 0

2

4,0

10

18

36

54

86

71

He

***Ne** 20,*

***Ar** 39,*

***Kr** 83,*

Xe

Rn

Lu

Lr

131,

[222]

175,

103

[262]

hélio

neônio

gônio

ar

criptônio

xenônio

adônio

r

lutécio

laurêncio

. 2010.

9

0

0

5

9

🔲

17

F

7A

9

17

35

53

85

70

19,

35,

Br

I

79,

At

126,

flúor

cloro

C

Yb

No

[210]

173,

102

[259]

bromo

iodo

astato

itérbio

nobélio

6

9

0

1

0

16

O

S

6A

8

16

34

52

84

69

16,

32,

***Se** 79,*

Te

Po

127,

[209]

***Tm** 168,*

101

***Md** [258]*

Acesso em: 3 mar

oxigênio

enxofre

selênio

telúrio

polônio

túlio

mendelévio

8

0

3

0

0

9

15 5A

7

N

15

P

33

51

83

68

ar em sua tabela periódica.

14,

31,

***As** 74,*

Sb

Bi

Er

121,

209,

167,

100

***Fm** [257]*

nitrogênio

fósforo

arsênio

antimônio

bismuto

érbio

férmio

)

gur

as aqui apresentadas com um algarism

0

7

2

9

1

6

14 4A

6

14

32

50

82

67

C

Si

12,

28,

Ge *72,*

Sn *118,*

Pb *207,*

Ho

Es

164,

99

[252]

carbono

silício

germânio

estanho

humbo

c

hôlmio

einstênio

AC

C-REC-09-08-20.pdf>.

antes de fi

A

AC

8

0

8

4

5

7

13 3A

5

B

13

31

49

81

66

10,

27,

boro

alumínio

A

***Ga** 69,*

***In** 114,*

gálio

índio

tálio

***T\u2610** 204,*

***Dy** 162,*

98

***Cf** [251]*

disprósio

califórnio

4

6

9

AC)

4

12 2B

30

***Zn** 65, 48*

80

112

65

[277]

Cn

hetes o número de massa do isótopo com maior tempo médio

zinco

cádmio

Cd

Hg

Tb

112,

Bk

200,

158,

97

[247]

cúrio

mer

copernício

térbio

quélio

ber

o de 1998.eir

0

3

11 1B

29

96

Cu *63,5 47*

79

111

64

Ag *107,9*

Au

Rg

Gd

197,

[272]

157,

[247]

cobre

ata

pr

ouro

roentgênio

gadolínio

cúrio

Cm

7

4

0

0

10

28

11

95

***Ni** 58, 46*

78

[271]

63

[243]

Pd

Pt

Ds

Eu

106,

195,1

152,

níquel

paládio

platina

darmstádtio

európio

amerício

Am

(acessado em 3/3/2010), onde atualizações são periodicamente disponibilizadas.

aguarda o reconhecimento da IUP

2

4

8B

27

58,9

45

77

62

94

Co

Rh

Ir

102,9

Mt

Sm

Pu

192,

109

[268]

150,

[244]

cobalto

ródio

irídio

meitnério

samário

plutônio

ersão de 22 de junho de 2007, com as massas atômic

ação, está indicado entre colc

AC, porém ainda usada por alguns autores

2

89

8

26

***Fe** 55, 44*

76

61

93

Ru

Os

Hs

101,1

190,

108

[277]

[145]

[237]

ferro

rutênio

ósmio

hássio

Pm

Np

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

promécio

netúnio

Aplicada), v

2

2

0

a e

odução pr

el em: <http://media.iupac.org/publications/pac/asap/pdf/P

7

eports/periodic_table

25

54,9

43

[98]

75

107

manganês

Mn

Tc

Re

Bh *[264]*

60

92

Nd

U

Repr

7B

186,

144,

238,

tecnécio

rênio

bóhrio

neodímio

urânio

eis ou de longa dur

8

9

0

6

0

6B

24

***Cr** 52, 42*

95,9

74

59

91

Mo

W

Sg

Pr

Pa

183,

106

[266]

140,

231,

.iupac.org/r

crômio

molibdênio

tungstênio

gio

seabór

aseodímio

pr

protactínio

está disponív

já foi relatada por pesquisadores, mas

www

AC

5

9

1

0

5B

23

***V** 50,9 41*

Tabela periódica dos elementos (IUP

***Nb** 92,9 73*

105

58

90

Ta

Db

Ce

Th

180,

[262]

140,

232,

anádio

v

nióbio

tântalo

dúbnio

cério

tório

r

4

2

5

9

4B

22

89

Ti *47,9 40*

91,

72

57

Hf

Rf

La

Ac

178,

104

[261]

138,

[227]

venientes de

titânio

cônio

zir

háfnio

rutherfórdio

lantânio

actínio

(União Internacional de Química Pur

3 3B** 21 **Sc

YZ

AC

45,0

39

88,9

escândio

ítrio

57 - 71

89 - 103

elementos que não têm isótopos estávra

3

Pa

Numeração dos grupos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUP

Numeração antiga dos grupos, NÃO recomendada pela IUP

2

6

2A

4

9,0

12

Be

24,3

20

berílio

magnésio

Mg

***Ca** 40,1 38 **Sr** 87, 56*

88

Ba

Ra

137,

[226]

cálcio

estrôncio

bário

rádio

1

0

1A

1

3

H

Número atômico

Massa atômica

hidrogênio

lítio

sódio

potássio

rubídio

césio

frâncio

Nome

Símbolo

1,

***Li** 6,9 11 **Na** 23,0 19 **K** 39,1 37 **Rb** 85,5 55*

87

Cs

Fr

132,9

[223]

Tabela periódica da IUP

após a vírgula.

de existência. Os dados são pro

O reconhecimento do elemento 112 pela IUP

A produção artificial de elementos acima do 112

AdIlSON SEccO

116

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

1.3 Elementos representativos e de transição

*Os elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 apresentam um comportamento químico relativamente menos complexo que os demais e são frequentemente denominados **elementos representativos**. Os dos*

grupos de 3 a 12 são chamados ***elementos de transição****, sendo que os lantanídios e os actinídios são especificamente denominados* ***elementos de transição interna****.*

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. *(Cesgranrio-RJ) Na tabela periódica os elementos estão ordenados em ordem crescente de:* ***a)*** *número de massa.*

d) *raio atômico.*

b) *massa atômica.*

e) *eletroafinidade.*

c) *número atômico.*

2. *(Cesgranrio-RJ) Fazendo a associação entre as colunas abaixo, que correspondem às famílias de elementos segundo a tabela periódica, a sequência numérica será:* ***1.*** *Gases nobres*

• Grupo 1A

o de 1998.eir

2. *Metais alcalinos*

• Grupo 2A

3. *Metais alcalino-terrosos*

• Grupo 6A

4. *Calcogênios*

• Grupo 7A

5. *Halogênios*

• Grupo 0

a) *1, 2, 3, 4, 5.*

c) *3, 2, 5, 4, 1.*

e) *5, 2, 4, 3, 1.*

b) *2, 3, 4, 5, 1.*

d) *3, 2, 4, 5, 1.*

3. *Qual a designação genérica dada aos elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 da tabela periódica?*

4. *Qual a designação genérica dada aos elementos dos grupos 3 a 12 da tabela periódica?*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Os exercícios de 5 a 10 referem-se aos elementos

H

He

odução pr

cujos símbolos estão destacados na seguinte

C N O F

Repr

tabela periódica.

Na

S C Ar

K Ca

Fe

Br

5. *Qual(is) desses elementos é (são) repre sen ta ti-vo(s)?*

Ba

Au

6. *Qual(is) deles é (são) de transição?*

U

7.

Qual(is) deles é (são) de transição interna?

AdIlSON SEccO

8. *Qual(is) deles pertence(m) a um mesmo grupo?*

9. *Qual(is) deles pertence(m) a um mesmo período?*

10. *Dentre os elementos em questão, qual(is) é (são) classi fi cado(s) como:* ***a)*** *alcalino(s)?*

d) *halogênio(s)?*

b) *alcalino-terroso(s)?*

e) *gás (gases) nobre(s)?*

c) *calcogênio(s)?*

** Há autores que consideram como elementos de transição apenas os grupos 3 a 11.*

117

1

OS elementOS químicOS nO cOtidiAnO

1 A

HIDROGÊNIO

Os elementos químicos estão envolvidos em inúmeras aplicações relacionadas ao coti-H

diano. A seguir aparece um texto ilustrado que relaciona algumas das inúmeras aplicações dos elementos químicos. (O texto é publicado sob licença da Association of the Dutch ***1***

Chemical Industry — VCNI, Holanda, detentora de seu copyright.)

• ***combustível para***

foguete

• *hidrogenação de*

gorduras

• *enchimento de balões*

• *dessulfurização de*

petróleo

2

• *amoníaco, água*

2 A

LÍTIO

BERÍLIO

Li

Be

3

4

• *combustível para*

• *material para desace-*

foguete

lerar nêutrons em

• ***bateria para***

reatores atômicos

marca-passo

• janela para tubos de

• material para

raios X

atividades espaciais

• mola (para relógios)

• aditivos para graxas

• ferramentas

• vidro, remédios

antifaiscantes

SÓDIO

MAGNÉSIO

Na

Mg

o de 1998.eir

11

12

• sínteses orgânicas

• fogos de sinalização,

• iluminação para

flash

estradas

• veículos leves, avião

• refrigeração para

• tijolo refratário

reator atômico

• *pigmentos, material de*

• *acumulador [bateria]*

enchimento

• ***sal de cozinha**, soda*

• ***rodas de liga leve***

3

4

5

6

7

8

9

cáustica, vidro

3 B

4 B

5 B

6 B

7 B

8 B

8 B

POTÁSSIO

CÁLCIO

ESCÂNDIO

TITÂNIO

VANÁDIO

CRÔMIO

MANGANÊS

FERRO

COBALTO

K

Ca

Sc

Ti

V

Cr

Mn

Fe

Co

19

20

21

22

23

24

25

26

27

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• ***adubo químico***

• *preparação de metais*

• *detector para*

• *catalisador para*

• *material para*

• ***proteção de***

• *aço, trilho*

• *veículos, pontes,*

• *fonte de radiação beta*

• *vidro, lente*

• *revestimento para cabo,*

vazamento, circuito

polimerização

construção

superfícies metálicas

• *ferramentas, eixo de*

estruturas, aço

• ***lâmina de aço***

• *fósforos, pólvora*

acumulador [bateria]

elétrico

• *trocadores especiais*

• ***ferramentas***

• aço, ferramentas, faca

roda

• máquinas, ímãs

• ímã permanente

• máscara de oxigênio

• adubo químico

• material para

de calor

• motor a jato

• catalisador para

*• **cofre,** arado*

• latas

• catalisador de gás

odução pr

• sal dietético

*• **gesso,** cimento/*

atividades espaciais

• motor de avião

• catalisador para

preparação do metanol

• acumulador [bateria]

*• **ferramentas,** parafuso*

de escape

concreto

• ***germinação de***

• ***pino para fratura,***

produção de ácido

• *tinta para camuflagem,*

• *vidro, pigmento preto*

• *catalisador para*

• *pigmentos*

Repr

• *material de carga para*

sementes

próteses

sulfúrico

laser

fabricação de amônia

papel e tinta

• *pigmentos: tinta, papel*

• *fita de áudio e de vídeo*

RUBÍDIO

ESTRÔNCIO

ÍTRIO

ZIRCÔNIO

NIÓBIO

MOLIBDÊNIO

TECNÉCIO

RUTÊNIO

RÓDIO

Rb

Sr

Y

Zr

Nb

Mo

Tc

Ru

Rh

37

38

39

40

41

42

43

44

45

• ***célula fotoelétrica***

• *bateria nuclear: boia*

• *TV em cores*

• *revestimento para*

• *ferramenta de corte*

• *aquecedor elétrico*

• ***fonte de radiação para***

• *radiação para*

• ***refletor de faróis***

• *receptor de gás em*

luminosa, estação de

• *filtro para laser,* ***radar***

metais

• *tubulação*

• *fonte de radiosótopos*

exames médicos

tratamento dos olhos

• *relê para telefone*

tubo de vácuo

tempo

• *lente para câmara*

• *catalisador de gás de*

• *superímã*

• *motor para foguete,*

• ***medidor de espessura***

• *ponta da pena da*

• *exame dos músculos*

• *fonte de radiação beta*

fotográfica

escape

• ***eletrodo de solda***

turbina

• *ponta da pena de*

caneta-tinteiro

do coração

• *tinta fosforescente*

• *pedra refratária*

• ***espoleta de detonação***

elétrica

• ***lubrificantes***

caneta-tinteiro

• *catalisador de gás de*

• ***fogos de artifício***

• *medidor de oxigênio*

de munição

• *medalhas*

• *catalisador para a*

• *contato elétrico*

escape

• *revestimento de fornos*

petroquímica

• *resistência elétrica*

• vela para motor de

• medidor de oxigênio

avião

CÉSIO

BÁRIO

LANTÂNIO

HÁFNIO

TÂNTALO

TUNGSTÊNIO

RÊNIO

ÓSMIO

IRÍDIO

Cs

Ba

La

Hf

Ta

W

Re

Os

Ir

55

56

57

72

73

74

75

76

77

• *célula fotoelétrica*

• ***vela para motor***

• ***pedra para isqueiro***

• ***submarino atômico***

• *componentes eletrô-*

• *eletrodo de solda*

• *fio de forno elétrico*

• *catalisador para*

• *radiação contra câncer*

• *fonte de radiação*

• *tubo de vácuo*

• *estocagem de*

• *controle de reator*

nicos (condensador)

• ***fio para lâmpada,*** *TV*

• ***catalisador para***

preparação de amônia

• ***agulha para injeção***

gama

• pigmento para papel

hidrogênio

atômico

• fio aquecedor dentro

• tanque de guerra,

preparação de

• ponta da pena de

• régua métrica padrão

• relógio atômico

• fogos de artifício,

• eletrodo de bateria

• receptor de gás em

do tubo de vácuo

granada, bala

gasolina azul *[gasolina*

caneta-tinteiro

• vela para helicóptero

• lâmpada

chapas do estômago

• catalisador de gás de

tubo de vácuo

• ferramentas de corte

• tubo de jato de foguete

de alta octanagem]

• camada de proteção

• agulha de bússola

• ponta da pena de

infravermelha

• lâmpada fluorescente

escape

• pesos de balança

• ferramentas de corte e

para joias

• mancal de relógio

caneta-tinteiro

• combustível

• lente para câmara

• lente para câmara

de perfuração

• eletrodo

• bijuteria

fotográfica

fotográfica

• termopares

IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

18

0

HÉLIO

He

2

• *balão dirigível*

• ***gás engarrafado para***

mergulho

• *gás para testar vaza-*

mentos, laser

• *atmosfera inerte*

13

14

15

16

17

• *meio para refrigerar*

reatores atômicos

3 A

4 A

5 A

6 A

7 A

BORO

CARBONO

NITROGÊNIO

OXIGÊNIO

FLÚOR

NEÔNIO

B

C

N

O

F

Ne

5

6

7

8

9

10

• *bastão de regulagem*

• *filtros para água e ar*

• *criocirurgia*

• ***processos de queima***

• *enriquecimento de*

• ***iluminação para***

para reatores atômicos

• *aço, aço para pneus*

• ***líquido para***

• *preparação de aço*

urânio

propaganda

• ***raquete de tênis***

• *diamante,* ***grafite para***

conservação de sêmen

• *digestão*

• *meio de refrigeração*

• *lâmpada para neblina*

• *vidro refratário*

lápis *e eletrodos*

• *preparação de*

• *purificação de água*

para geladeira

• *tubo de TV, laser*

• *desinfetante para olhos*

• *material para desacele-*

amoníaco

• *areia, água, cimento*

• *propelente p/ aerossol*

• teste para tensão

• aditivos alvejantes para

rar partículas no reator

• combustível para

• compostos fluorados

elétrica

detergentes

atômico

foguete

• gravação em vidro

• líquido para

• gás, gasolina, óleo

• adubos, explosivos

• aditivo p/ pasta dental

refrigeração

ALUMÍNIO

SILÍCIO

FÓSFORO

ENXOFRE

CLORO

ARGÔNIO

o de 1998.

A&#65533;

Si

P

S

C**&#xfffd;**

Ar

eir

13

14

15

16

17

18

• *janelas, portas, caixilho* • ***chip eletrônico,***

• *fogos de artifício,*

• *fósforos, fogos de*

• ***desinfetante de água***

• ***gás para lâmpada***

de janela, ***panelas***

célula solar

fósforos

artifício, pólvora

• *branqueador, ácido*

• *lâmpada*

• *folha, tubo, cabo*

• *ferramentas*

• adubo químico, artigos • acumulador [bateria], clorídrico

incandescente

• iluminação, fogos de

• areia/vidro, quartzo,

de limpeza

ácido sulfúrico

• plástico PVC

• contador Geiger, laser

artifício

cimento/concreto

• pasta de dente

• vulcanização da

• removedor de manchas • gás inerte para solda

• carro, foguete, avião

• óleos e borracha de

• artigos bélicos

borracha

• artigos bélicos

• cromatografia de fase

10

11

12

• cimento, obturação de

silicone

• *cerâmica*

• ***conservantes***

gasosa

dentes

8 B

1 B

2 B

• *líquidos p/ permanente*

NÍQUEL

COBRE

ZINCO

GÁLIO

GERMÂNIO

ARSÊNIO

SELÊNIO

BROMO

CRIPTÔNIO

Ni

Cu

Zn

Ga

Ge

As

Se

Br

Kr

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

28

29

30

31

32

33

34

35

36

• ***moeda***

• *arame, cabo elétrico,*

• *proteção para metais*

• *termômetro de quartzo*

• *prisma infravermelho*

• ***chumbo para caça***

• *fotômetro*

• *purificador de água*

• ***tubo de luz***

• *latão para leite,*

circuitos impressos

• *acumulador [bateria],*

• *memória para*

• *refletor de projetor*

• *metal para espelho*

• *copiadoras*

• *gás lacrimogêneo*

• *lâmpada fluorescente*

odução pr

talheres

• *medalhas,* ***panelas***

calha

computador, circuitos

• ***lente para câmara***

• *vidro, laser*

• *célula solar*

• *retardador de chamas*

• *gás para testes de*

• *ouro branco, cadinhos*

• *caldeiras, tubos, regis-*

• *peças para automóveis*

integrados

fotográfica

• *diodo emissor de luz*

• *corante para vidro*

• *desinfetante*

vazamento

Repr

• catalisador para

tros (válvulas, torneiras) • torneiras para água e

*• **tela de televisão***

• transistor, diodo

• remédios

vermelho

• papel fotográfico,

• comprimento de onda

polimerização

• hélice para navio

gás

• transistor, diodo para

• odontologia

*• **xampu anticaspa***

filme

padrão

• bateria carregável

• sino, carrilhão

• pigmento branco,

laser

• raio laser ultravioleta

aditivos para borracha

• *detector de tumores*

PALÁDIO

PRATA

CÁDMIO

ÍNDIO

ESTANHO

ANTIMÔNIO

TELÚRIO

IODO

XENÔNIO

Pd

Ag

Cd

In

Sn

Sb

Te

I

Xe

46

47

48

49

50

51

52

53

54

• *catalisador de gás de*

• *espelho, bateria*

• ***bateria recarregável***

• *célula solar, espelho*

• ***lata,*** *solda, moeda*

• *solda, tipos de imprensa* • *espoleta*

• ***tintura de iodo***

• *lâmpada ultravioleta:*

escape

• *catalisador*

• *proteção anticorrosiva:*

• *solda para vidro,*

• *artigos de decoração*

• *[liga de] chumbo para*

• ***vulcanização de***

• *radiação*

luz para bronzeamento

• *produção de*

• ***talheres,*** *joias*

porcas e parafusos

mancais

• tubos para órgão

acumulador [bateria]

borracha

• lâmpada de iodo

• teste para pigmentos e

hidrogênio nascente

• papel fotográfico, filme

• vara de regulagem para • vara de regulagem

• tinta antiadesiva

• maçaneta

• proteção para chumbo

• pigmento para tinta

corantes

*• **odontologia: coroas***

• vidro corante

reator atômico

para reator atômico

• vidro fosco,

• detector infravermelho

de acumuladores

• sal iodado

• lâmpada de projeção

• balancim do relógio

• fotômetro

• fotocélula, ***transistor***

esmaltados

• ***sombra para olhos***

[baterias]

• raio laser ultravioleta

• relê para telefone

• pigmento vermelho-

• exames: sangue,

(maquiagem)

• fio de resistência elétrica

-amarelado

pulmões

• remédios contra tosse

• termopares

PLATINA

OURO

MERCÚRIO

TÁLIO

CHUMBO

BISMUTO

POLÔNIO

ASTATO

RADÔNIO

Pt

Au

Hg

T&#65533;

Pb

Bi

Po

At

Rn

78

79

80

81

82

83

84

85

86

• *catalisador para prepa-*

• *joias, medalhas*

• *barômetro,*

• *enchimento para*

• *proteção contra*

• *catalisador para*

• ***bateria nuclear***

• ***elemento sintetizado***

• ***sismógrafo***

ção de ácido nítrico

• *contato elétrico*

termômetro

termômetro

radiação

preparação da

• *fonte de nêutrons*

artificialmente

• *fonte medicinal*

• ***cadinhos de laboratório***

• *odontologia: coroas*

• *iluminação*

• *vidro com baixo ponto*

• ***acumulador*** *[bateria]*

borracha

• *fotografia*

• *cunha para fundição*

• *tratamento de*

• *luz terapêutica,*

de amolecimento

• *solda, munição*

• *fusíveis tipo diazed*

de vidro

reumatismo

baterias

• *detector infravermelho*

• *gasolina com alta*

• ***sprinkler***

• *odontologia: coroas*

• ***aplicações financeiras***

• *odontologia*

• ***exame dos músculos***

octanagem

• *vidro, cerâmica*

• *joias*

• *desinfetantes*

do coração

• *zarcão, secante para*

• *atadura contra*

IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

• *tratamento de tumores*

• *vermífugo*

tinta

queimadura

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

11. *(UFU-MG) No início do século XIX, com a descoberta e* ***15.*** *(UFC-CE) Um átomo x tem um próton a mais que um o isolamento de diversos elementos químicos, tornou-se*

átomo y. Com base nessa informação, determine a

necessário classificá-los racionalmente, para a realiza-

afirmativa correta;

ção de estudos sistemáticos. Muitas contribuições foram

a) *Se y for alcalino-terroso, x será metal alcalino.*

somadas até se chegar à atual classificação periódica

b) *Se y for um gás nobre, x será um halogênio.*

dos elementos químicos.

c) *Se y for um metal de transição, x será um gás Em relação à classificação periódica atual, responda:*

nobre.

a) *Como os elementos são listados, sequencialmente,*

d) *Se y for um gás nobre, x será metal alcalino.*

na tabela periódica?

b) *Em quais grupos da tabela periódica podem ser*

16. *(UVA-CE) O césio 137, causa da tragédia de Goiânia encontrados: um halogênio, um metal alcalino,*

em 1987, é isótopo do 133

55Cs. Em relação à Tabela

um metal alcalino-terroso, um calcogênio e um

Periódica, o césio pertence à família dos:

gás nobre?

a) *alcalinos.*

b) *alcalinos-terrosos.*

12. *(PUC-RS) Observando o conjunto a seguir, determine* ***c)*** *halogênios.*

quais elementos pertencem à família dos alcalino-

-terrosos:

d) *gases nobres.*

Na, He, Ca, Fe, K, Ba, Li, Sr

17. *(Cesgranrio-RJ) Um átomo T apresenta menos 2 pró-a) Na, K, Li*

c) *Ca, Ba, Sr* ***e)*** *Na, Ca, Sr*

tons que um átomo Q. Com base nessa informação,

b) *He, Ca, Fe*

d) *K, Ca, Fe*

o de 1998.

determine a opção falsa.

eir

13. *(Uerj) Um dos elementos químicos que tem se mostra-*

T

Q

do muito eficiente no combate ao câncer de próstata é

a) *gás nobre*

alcalino-terroso

o selênio (Se).

b) *halogênio*

alcalino

Com base na Tabela de Classificação Periódica dos

c) *calcogênio*

gás nobre

Elementos, os símbolos de elementos com proprieda-

d) *enxofre*

silício

des químicas semelhantes ao selênio são:

e) *bário*

cério

a) *C□, Br, I* ***b)*** *Te, S, Po* ***c)*** *P, As, Sb* ***d)*** *As, Br, Kr* ***18.*** *(UFV-MG) Associe a segunda coluna de acordo com a* ***14.*** *(UPF-RS) Os elementos Se, Cs, At, Rn pertencem às primeira e determine a opção que contém a sequência*

seguintes famílias [respectivamente]:

correta:

a) *calcogênios, alcalinos, halogênios, gases nobres.*

I. metais alcalinos

• F, Br, I

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b) *calcogênios, alcalinos, gases nobres, halogênios.*

II. metais alcalinos-terrosos

• Na, K, Cs

c) *halogênios, alcalinos, alcalino-terrosos, gases*

odução pr

III. halogênios

• Ca, Sr, Ba

nobres.

Repr

d)

IV. metais de transição

• Fe, Co, Ni

calcogênios, alcalino-terrosos, halogênios, gases

nobres.

a) *I, II, III, IV.*

d) *IV, II, III, I.*

e) *alcalinos, alcalino-terrosos, calcogênios, gases*

b) *III, I, II, IV.*

e) *III, I, IV, II.*

nobres.

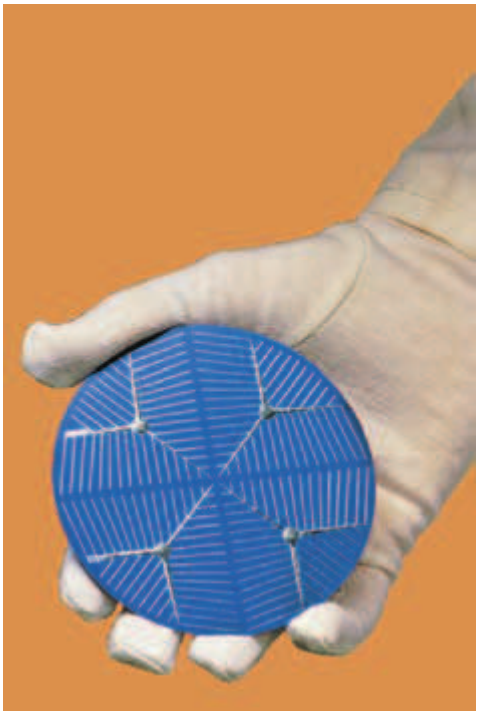
c) *III, II, I, IV.*

1.4 Metais, não metais e semimetais

Os elementos conhecidos como ***metais*** *formam substâncias simples que, de modo geral, conduzem bem a corrente elétrica e o calor, são facilmente*

transformadas em lâminas e em fios e são sólidas nas condições ambientes (isto é, 25 °C de temperatura e pressão igual à pressão atmos férica ao nível do mar), exceção feita àquela substância simples formada pelo mercúrio (Hg), que é líquida.

Os elementos denominados ***não metais*** *(alguns os chamam* ***ametais****) formam substâncias simples que, ao contrário dos metais, não conduzem bem o calor nem a corrente elétrica (exceto o carbono na forma da substância simples grafite), não são facilmente transformadas em lâminas ou em fios. Dos não metais, onze formam substâncias simples gasosas nas condições ambientes (hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, flúor, cloro e gases nobres), um forma substância simples líquida (bromo) e os demais formam substâncias simples sólidas.*



A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

Certos autores chamam de ***semimetais*** *alguns elementos que apresentam propriedades*

“intermediárias” entre as dos metais e as dos não metais. Eles formam substâncias simples sólidas nas condições ambientes. Dois semimetais de muita importância prática são o silício e o germânio, empregados em componentes eletrônicos.

Metais

Considerados por alguns

Não metais

Li Be

autores como ***semimetais***

Na Mg

A

H

He

K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga

B

C N O F Ne

Rb Sr Y Zr NbMo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn

Si

P S C\uFFFD Ar

Cs Ba

Hf Ta Li Re Os Ir Pi Au Hg T\uFFFD Pb Bi

Ge As

Se Br Kr

Fr Ra

Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn

Sb Te

I Xe

AdIlSON SEccO

La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb DyHo Er Tm Yb Lu

Po

At Rn

Ac Th Pa U Np Pu AmCm Bk Cf Es Fm MdNo Lr

*É importante que você perceba que os **metais** correspondem à maior parte dos elementos e que aparecem **no centro e à esquerda** da tabela periódica.*

*Os **não metais** localizam-se à **direita**.*

*Os **semimetais** correspondem a uma região de "fronteira" entre os metais e os não metais.*

*Os semimetais **não** terão destaque no estudo da Química rea lizado neste livro.*

o de 1998.eir

eStAdO FíSicO dAS SubStÂnciAS SimpleS

Esta tabela periódica mostra o estado físico, nas condições ambientes (25 ˚C e pressão equivalente à pressão média do ar ao nível do mar), das substâncias simples formadas pelos elementos.

H

He

Legenda:

Li

Be

B

C

N

O

F

Ne

sólido

Na Mg

A Si

P

S

C

Ar

líquido

K

Ca Sc

Ti

V

Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As

Se

Br

Kr

Rb

Sr

Y

Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd

In Sn Sb

Te

I

Xe

gasoso

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Cs Ba

Hr Ta

W

Re Os

Ir

Pt

Au Hg T[illegible] *Pb Pb Po At*

Rn

odução pr

Fr

Ra

Repr

La Ce

Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

Ac Th

Pa

U Np Pu Am Cm Bk Cf

Es Fm Md No Lr

AdIlSON SEccO

A

□

C

□

TINSTOck

Td/ScIENcE

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

y/lA

EduARdO SANT

EduARdO SANT

EduARdO SANT

pHOTO lIbRAR

ROSENFEld ImAGES l

Substâncias simples formadas por:

A metais: alumínio (papel-alumínio), ferro (pregos), cobre (fi o);

 não metais: enxofre (pó amarelo), carbono (os dois pedaços de grafi te na ponta das molas) e iodo; C gases nobres: a bexiga está preenchida com hélio e o bulbo da lâmpada contém argônio; e

 semimetal: silício, misturado a pequenas quantidades de outros materiais, empregado em células fotovoltaicas (que transformam energia luminosa em energia elétrica; usadas, por exemplo, em calculadoras portáteis).

121

1.5 Elementos naturais e elementos artifi ciais

Em 1937 a tabela periódica tinha um aspecto bem próximo do atual, porém havia menos elementos químicos conhecidos. Os cientistas já haviam identificado e nomeado os elementos com números atômicos de 1 (hidrogênio) até 92 (urânio). Não eram conhecidos, porém, os elementos 43, 61, 85 e 87. Mas a existência desses quatro "buracos" na tabela periódica encorajava os cientistas a procurá-los.

De fato, átomos desses quatro elementos puderam ser produzidos artificialmente pelos cientistas por meio de processos nucleares, transformações que ocorrem no núcleo dos átomos. O tecnécio (43Tc) foi produzido em 1937, o promécio (61Pm) em 1947, o frâncio (87Fr) em 1939 e o astato (85At) em 1940. Eles são conhecidos como ***elementos artificiais****, ou seja, produzidos em laboratório.*

Também são artificiais todos os elementos transurânicos, isto é, com números atômicos superiores ao do urânio. Nenhum deles é encontrado na natureza, tendo sido sintetizados (produzidos) em laboratórios.

Mesmo quando apenas um grupo de pesquisadores anuncia a síntese de um novo elemento e não há disputa de mérito pelo feito, costuma-se aguardar o reconhecimento da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) para que ele receba nome e símbolo e, a partir de então, passe a figurar na tabela periódica.

o de 1998.eir

2 Configuração eletrônica e tabela periódica

2.1 Diagrama das diagonais e tabela periódica

Usando o diagrama das diagonais, pode-se distribuir os elétrons para os átomos neutros dos elementos da tabela periódica. À medida que aumenta o número atômico, verifica-se um comportamento periódico no modo como termina essa distribuição.

diagrama das diagonais

1s2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2s2

2p6

odução pr

3s2

3p6

3d10

Repr

4s2

4p6

4d10

4f14

5s2

5p6

5d10

5f14

6s2

6p6

6d10

7s2

Analisando o esquema da página seguinte, você pode perceber que a configuração eletrônica dos elementos do ***grupo 1*** *termina em* ***s1****, a dos elementos do* ***grupo 2*** *termina em* ***s2****, a dos elementos do* ***grupo 13*** *termina em* ***p1****, a dos elementos do* ***grupo 14*** *termina em* ***p2*** *e* ***assim por diante*** *(note, porém, que o hélio destoa dos outros gases nobres).*

2.2 Número de camadas eletrônicas e período do elemento *Como é possível perceber pelo esquema da página seguinte, elementos do primeiro período apresentam átomos com uma camada eletrônica, elementos do segundo período apresentam átomos com duas camadas e assim sucessivamente.*

Átomos (eletricamente neutros) de elementos de um ***mesmo período*** *apresentam* ***igual número de camadas eletrônicas****. O* ***número de camadas*** *é igual ao* ***número do período****.*

122

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

Representativos

Representativos

1

18

1A

0

1

2

13

14

15

16

17

2

1s1

2A

3A

4A

5A

6A

7A

1s2

3

4

Transição

5

6

7

8

9

10

2s1

2s2

2p1

2p2

2p3

2p4

2p5

2p6

ADILSON SECCO

11

12

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

3s1

3s2

3B

4B

5B

6B

7B

9B

1B

2B

3p1

3p2

3p3

3p4

3p5

3p6

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

4s1

4s2

3d1

3d2

3d3

3d4

3d5

3d6

3d7

3d8

3d9

3d10

4p1

4p2

4p3

4p4

4p5

4p6

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

5s1

5s2

4d1

4d2

4d3

4d4

4d5

4d6

4d7

4d8

4d9

4d10

5p1

5p2

5p3

5p4

5p5

5p6

55

56

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

6s1

6s2

5d2

5d3

5d4

5d5

5d6

5d7

5d8

5d9

5d10

6p1

6p2

6p3

6p4

6p5

6p6

87

88

104

105

106

107

108

109

110

111

112

etc.

7s1

7s2

6d2

6d3

6d4

6d5

6d6

6d7

6d8

6d9

6d10

o de 1998.eir

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

4f1

4f2

4f3

4f4

4f5

4f6

4f7

4f8

4f9

4f10

4f11

4f12

4f13

4f14

5d1

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

5f1

5f2

5f3

5f4

5f5

5f6

5f7

5f8

5f9

5f10

5f11

5f12

5f13

5f14

6d1

Transição interna

 Esquema que demonstra a relação entre a posição de um elemento na tabela periódica e a terminação da confi guração eletrônica de seus átomos neutros (tal qual simplesmente fornecida pelo diagrama das diagonais). ***Observação:*** *Alguns elementos apresentam* ***distribuição eletrônica*** *oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

anômala*, ou seja, que não segue rigorosamente a sequência do diagrama das diagonais.*

A explicação dessas anomalias está além do propósito deste livro. ***Não aparecem****, portanto, odução pr*

retratadas ***no esquema acima****.*

Repr

2.3 Camada de valência e grupo do elemento

Pelo esquema também é possível perceber que os átomos de elementos de um mesmo grupo (família) apresentam em comum o número de elétrons na última camada.

Os átomos de elementos do ***grupo 1*** *apresentam* ***1 elétron na última camada****. A diferença entre a eletrosfera de seus átomos está no número de camadas. O átomo de hidrogênio (primeiro período) apresenta uma camada; o de lítio (segundo período), duas camadas; o de sódio (terceiro período), três camadas etc.*

Os átomos de elementos do ***grupo 2*** *têm* ***2 elétrons na última camada****, os do* ***grupo 13*** *têm* ***3 elétrons na última camada****, os do* ***grupo 14*** *têm* ***4 elétrons na última camada*** *e assim por diante.*

Os químicos dispõem de muitas evidências para associar os elétrons da

última camada com a capacidade de um átomo estabelecer ligação (união) com outro ou com outros átomos. Isso é tão importante na Química que a camada eletrônica mais externa recebe um nome especial.

A camada mais externa do átomo de um elemento químico é aquela envolvida diretamente no estabelecimento de união com outro(s) átomo(s). Ela é denominada ***camada de valência****. Os elétrons dessa camada são chamados de* ***elétrons de valência****.*

123

É importante lembrar, pelo que foi visto, que:

Elementos de um ***mesmo grupo*** *da tabela periódica apresentam o* ***mesmo número de elétrons na camada de valência****.*

Exceção a isso é o elemento hélio (Z 5 2). Seus átomos apresentam 2 elétrons na última camada, mas ele não é colocado no grupo 2. Suas propriedades não se assemelham às dos elementos daquele grupo (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), mas sim às dos gases nobres (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

Por essa razão, o hélio é considerado gás nobre e é incluído no grupo 18 da tabela periódica.

A ***tabela periódica*** *é um importante* ***instrumento de consulta*** *e, entre*

outras coisas, ela informa o ***número de elétrons de valência****.*

A ilustração abaixo mostra os símbolos dos elementos representativos. Ao redor desses símbolos, os elétrons de valência são representados como pequenas bolinhas. Tal simbologia é conhecida como ***representação de lewis*** *e será bastante útil na compreensão das ligações (uniões) químicas entre átomos, que estudaremos no próximo capítulo.*

1

18

y/

H

He

2

13

14

15

16

17

TOR

Li

Be

B

C

N

O

F

Ne

TINSTOck

y/lA

o de 1998.

b O estadunidense Gilbert Newton

eir

Na Mg

A*

Si

P

S

C*

Ar

Lewis (1875-1946) foi um dos

TIONAl lAbORA

cientistas que mais contribuíram

K

Ca

Ga

Ge

As

Se

Br

Kr

para o entendimento das uniões

estabelecidas entre os átomos,

Rb

Sr

In

Sn

Sb

Te

I

Xe

chamadas ligações químicas.

ScIENcE pHOTO lIbRAR

Cs

Ba

T

As representações ao lado, muito

◆

Pb

Bi

Po

At

Rn

wRENcE bERkElEy NA

úteis, foram criadas por ele e são

lA

Fr

Ra

conhecidas como ***representações***

AdIlSON SEccO

de Lewis.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

odução pr

Repr

19. *(Uneb-BA) Indique a alternativa que contém somente* ***21.*** *(Fazu-MG) A alternativa que apresenta os símbolos elementos químicos pertencentes à classe dos metais.*

de três elementos com propriedades químicas seme-

a) *O, F, Br e I*

d) *Mg, Ca, K e Na*

lhantes é:

b) *Na, Ne, S e C,*

e) *He, Ne, Ar e Kr*

a) *Ba, Li, Se*

c) *Ca, Na, Te*

e) *S, Se, Te*

c) *B, S, Ge e Sb*

b) *Ca, Na, Sr*

d) *K, S, Sr*

20. *(Unitins-TO) Com relação à classificação periódica* ***Exercício Resolvido***

moderna dos elementos, identifique a afirmação

verdadeira:

22. *Determine a posição do elemento Z 5 11 na tabela perió dica, com base em sua distribuição eletrônica.*

a) *em uma família, os elementos apresentam geral-*

mente o mesmo número de elétrons na última

Resolução

camada;

Utilizando o diagrama das diagonais:

b) *na tabela periódica, os elementos químicos es-*

tão colocados em ordem decrescente de massas

1s2 2s2 2p6 3s1 3 camadas ocupadas V terceiro

atômicas;

K

L

M período

Configuração eletrônica da camada

c) *em uma família, os elementos apresentam proprie-*

2

8

1 de valência é ns1 V grupo 1 (ou 1A)

dades químicas bem distintas;

d) *em um período, os elementos apresentam proprie-*

O elemento é metal alcalino e se encontra no

dades químicas semelhantes;

terceiro período. Consultando a tabela, podemos

e) *todos os elementos representativos pertencem ao*

confirmar que se trata do elemento sódio, Na.

grupo B da tabela periódica.

124

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

Exercício Resolvido

d) *Os elementos I e III pertencem ao terceiro período da tabela periódica.*

23. *O elemento S encontra-se no terceiro período e*

e) *Os três elementos pertencem ao mesmo grupo da*

pertence ao grupo dos calcogênios (16 ou 6A).

tabela periódica.

Qual a configuração eletrônica de sua camada de

valência?

28. *(UFPA) Considere um determinado elemento químico*

Resolução

cujo subnível mais energético é o 5s2. Seu número

atômico e o grupo em que está localizado na Tabela

Terceiro período V 3 camadas ocupadas, logo a

camada de valência é a terceira.

Perió dica são, respectivamente:

Calcogênio V 6 elétrons na camada de valência, ou

a) *20; 1A*

d) *38; 1A*

seja, s2 p4. A camada de valência do S é: 3s2 3p4.

b) *20; 2A*

e) *39; 2A*

c) *38; 2A*

M

6 elétrons

29. *(PUC-PR) O subnível mais energético do átomo de um elemento no estado fundamental é 5p4. Portanto o seu*

número atômico e sua posição na tabela periódica

24. *(Uneb-BA) Um átomo apresenta normalmente 2 elé-*

será:

trons na primeira camada, 8 elétrons na segunda,

a) *40, 5A e 4o período.*

18 elétrons na terceira camada e 7 na quarta camada.

A família e o período em que se encontra esse ele-

b) *34, 4A e 4o período.*

mento são, respectivamente:

c) *52, 6A e 5o período.*

a) *família dos halogênios, sétimo período.*

d) *56, 6A e 5o período.*

e) *55, 5A e 5o período.*

o de 1998.

b) *família do carbono, quarto período.*

eir

c) *família dos halogênios, quarto período.*

30. *(UFSC) Observe os elementos químicos:*

d) *família dos calcogênios, quarto período.*

e) *família dos calcogênios, sétimo período.*

Elemento

Distribuição eletrônica

25.

A

1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6, 4s2, 3d10, 4p6

(UFSM-RS) Um elemento neutro possui configuração

eletrônica 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5. Esse elemento é um:

1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6, 4s2, 3d10, 4p6, 5s2,

B

***a)** metal alcalino terroso.*

4d10, 5p6, 6s2

***b)** halogênio.*

C

1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6, 4s2, 3d10, 4p5

***c)** metal do primeiro período de transição.*

D

1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6, 4s1

***d)** gás nobre.*

E

1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p4

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

***e)** elemento do grupo do nitrogênio.*

Com base nas informações constantes do quadro aci-

odução pr

***26.** (Unisinos-RS) Temos, abaixo, as configurações ele-ma, determine a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**,*

Repr

trônicas de alguns elementos no estado fundamental.

considerando a posição do elemento na Tabela

A configuração eletrônica que corresponde a um gás

Periódica.

nobre é:

*01. **A** é gás nobre.*

***a)** 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6*

*02. **E** é calcogênio.*

***b)** 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2*

*04. **C** é halogênio.*

***c)** 1s2 2s2 2p6 3s2 3p2*

*08. **B** é alcalino terroso.*

***d)** 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10*

*16. **D** é alcalino.*

***e)** 1s2 2s2 2p6 3s2 3p3*

***31.** (UFRGS-RS) Considerando a classificação periódica **27.** (Vunesp) Os elementos I, II e III têm as seguintes dos elementos, a afirmação correta é:*

configurações eletrônicas em suas camadas de

***a)** O manganês é um metal e seu número atômico*

valência:

é 54,9.

I. 3s2 3p3

b) *O bromo é semimetal e pertence à família dos*

II. 4s2 4p5

halogênios.

III. 3s2

c) *O criptônio é um gás nobre e seu número atômico*

Com base nessas informações, determine a afirmação

é 19.

errada.

d) *O zinco é um metal que, no estado fundamental,*

apresenta elétrons distribuídos em três camadas

a) *O elemento I é um não metal.*

eletrônicas.

b) *O elemento II é um halogênio.*

e) *O enxofre é um não metal, com seis elétrons na*

c) *O elemento III é um metal alcalino-terroso.*

última camada.

125

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

32. *(UFS-SE) Com base nos seguintes dados:*

Ao mesmo tempo, notou um painel como o da figura

em que cada quadrado era uma tecla.

Número de:

Átomo

Apertou duas delas, voltando a respirar bem. As teclas

prótons

elétrons

nêutrons

apertadas foram

I

12

12

12

@

#

II

12

11

13

$

% &

***

pode-se afirmar que os átomos I e II:

a) *são do mesmo elemento.*

b) *estão eletricamente neutros.*

c) *têm número de massa 12.*

d) *são isótopos de elementos diferentes.*

e) *são de um elemento pertencente à família dos gases nobres.*

AdIlSON SEccO

33. *(UFPel-RS) Os elementos químicos podem ser clas-*

a) *@ e #*

d) *% e &*

sificados de acordo com dois critérios: suas propriedades químicas e físicas e sua ocorrência ou não na

b) *# e $*

e) *& e **

natureza.

c) *$ e %*

o de 1998.eir

As propriedades químicas dos elementos estão

36. *(FGV-SP) Um elemento químico A apresenta proprie-relacio nadas com suas distribuições eletrônicas e,*

dades químicas semelhantes às do oxigênio. A pode

de acordo com as propriedades físicas dos elementos,

ter configuração eletrônica:

eles são subdivididos em metais, ametais, semime-

tais, gases nobres e hidrogênio.

a) *1s2 2s2 2p6*

Com base na configuração em níveis dos seguintes

b) *1s2 2s2 2p6 3s2*

elementos:

c) *1s2 2s2 2p6 3s2 3p1*

I. 2 - 8 - 13 - 2

d) *1s2 2s2 2p6 3s2 3p3*

II. 2 - 8 - 18 - 20 - 8 - 2

e) *1s2 2s2 2p6 3s2 3p4*

III. 2 - 8 - 8

IV. 2 - 8 - 18 - 6

37. *(Uece) O elemento químico com Z 5 54 possui em V. 2 - 8 - 4*

sua camada de valência a configuração 5s2 5p6.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) *qual o nome dos elementos representados pelas*

Os elementos com Z 5 52 e com Z 5 56 pertencem configurações III e IV?

às famílias dos:

odução pr

b) *qual (quais), dentre os citados, é (são) consi-*

a) *calcogênios e alcalino-terrosos*

Repr

derado(s) metal e qual (quais), gás nobre?

b) *halogênios e alcalinos*

c) *indique o período e o grupo em que cada um dos*

c) *halogênios e alcalino-terrosos*

elementos citados se situa na tabela periódica.

d) *calcogênios e alcalinos*

d) *quais elementos são classificados como de transição e quais são classificados como representativos?*

38. *(UCDB-MS) Um elemento que apresenta nos últimos subníveis a configuração 4s2 3d2 é um elemento:*

34. *(Cefet-PR) O conjunto de átomos com número atômico*

a) *alcalino*

d) *calcogênio*

53 é um elemento:

b) *de transição*

e) *gás nobre*

a) *de transição, metálico, do 4o período e grupo 7A.*

c) *alcalino-terroso*

b) *representativo, não metálico, do 5o período e*

grupo 7A.

39. *(PUC-SP) Na classificação periódica, considerando-se*

c) *representativo, semimetálico, do 5o período e*

uma sequência de elementos de transição, dispostos

grupo 7A.

em ordem crescente de números atômicos, pode-se

d) *representativo, metálico, do 5o período e grupo 7A.*

concluir que os elétrons vão sendo acrescentados

e) *de transição, não metálico, do 5o período e gru po sucessivamente na:*

7A.

a) *última camada eletrônica.*

35. *(Fuvest-SP) Um astronauta foi capturado por habi-*

b) *penúltima camada eletrônica.*

tantes de um planeta hostil e aprisionado numa cela,

c) *antepenúltima camada eletrônica.*

sem seu capacete espacial. Logo começou a sentir

d) *última ou penúltima camada eletrônica.*

falta de ar.

e) *penúltima ou antepenúltima camada eletrônica.*

126

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

VAlênciA e tAbelA periódicA

Um átomo de hidrogênio, pode unir-se a outro átomo de hidrogênio, formando a substância simples H2. Pode, também, combinar-se com um átomo de flúor, formando HF, ou um de cloro, formando HC,.

Em linguagem química, dizemos que o hidrogênio apresenta ***valência*** *1, ou seja, um átomo de hidrogênio pode unir-se a apenas um outro átomo.*

O hidrogênio é capaz de combinar-se com muitos elementos químicos conhecidos, formando compostos. Com base na fórmula desses compostos, podemos avaliar a valência do elemento que se combina com o hidrogênio.

1

H

Considere, por exemplo, as seguintes fórmulas de substâncias formadas por hidrogênio e por elementos do segundo período da tabela 2 He

periódica:

3

Li

segundo período *LiH*

BeH2 BH3

CH4

NH3

H2O

HF

4

Be

Essas fórmulas ilustram que lítio (Li) e flúor (F) apresentam valência 1, 5

B

berílio (Be) e oxigênio (O), valência 2, boro (B) e nitrogênio (N), valência 3, e carbono (C), valência 4. O gás nobre do segundo período, o neônio (Ne), não 6

C

forma composto com hidrogênio; sua valência é zero.

7

N

o de 1998.eir

Agora considere as fórmulas das substâncias formadas pelo hidrogênio 8

O

com os elementos do terceiro período da tabela periódica:

9

terceiro período

F

NaH MgH2 A,H3 SiH4

PH3

H2S

HC,

Nelas percebemos que sódio (Na) e cloro (C,) apresentam valência 1,
mag-10 Ne

nésio (Mg) e enxofre (S), valência 2, alumínio (A,) e fósforo (P), valência
3, e 11

Na

silício (Si), valência 4. O gás nobre do terceiro período, o argônio (Ar),
não forma 12

Mg

composto com hidrogênio; sua valência é zero.

Número atômico

As fórmulas acima revelam que existe uma regularidade na valência dos*
13

A

elementos dos diversos grupos da tabela periódica:

14

Si

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

grupo

1 (1A)

2 (2A) 13 (3A) 14 (4A) 15 (5A) 16 (6A) 17 (7A)

18 (0)

15

P

odução pr

valência

1

2

3

4

3

2

1

0

16

S

Repr

17

C

Como o oxigênio apresenta valência 2, seus átomos podem combinar-se 18 Ar

com dois átomos de valência 1, ou com um átomo de valência 2, e assim por diante. Observe as fórmulas de algumas substâncias formadas por oxigênio 19

K

e alguns elementos do segundo e do terceiro períodos:

20

Ca

segundo período *Li2O*

BeO

CO2

OF2

terceiro período *Na*

AdllSON SEccO

2O

MgO SiO2

C,2O

0

1

2

3

4

A propriedade ***valência*** *para elementos com números atômicos de 1 a 20*

Valor de x na

fórmula EC x

varia de modo definido (o valor da valência se repete a cada período), como você pode perceber pelo gráfico ao lado. O gráfico mostra uma ***propriedade***

 Gráfico de valência

periódica*, ou seja,* ***o valor numérico da propriedade se repete de período*** *versus número atômico*

para os vinte primeiros

em período*.*

elementos.

** A discussão apresentada é* ***introdutória*** *e a palavra valência está empregada com o sentido de* ***valência principal****, já que alguns elementos, às vezes, apresentam mais de uma valência. O estanho e o chumbo, por exemplo, ambos do grupo 14 (4A), além da valência 4, são encontrados em alguns compostos com a valência 2. Aprenderemos mais sobre a*

valência dos elementos em capítulos posteriores.

127

3 Algumas propriedades periódicas

dos elementos

quando os elementos químicos são organizados em ordem crescente de número atômico, ocorre uma periodicidade em algumas de suas propriedades*, ou seja, repetem-se regularmente elementos com propriedades semelhantes. Essa regularidade da natureza é conhecida como* ***lei periódica dos elementos****. E essas propriedades que exibem comportamento periódico são denominadas* ***propriedades periódicas****.*

3.1 Raio atômico

Para que seja possível discutir a propriedade periódica ***raio atômico****, vamos considerar o átomo como sendo uma esfera; o raio atômico será a distância média do elétron mais externo até o núcleo.*

Elétron mais

O raio atômico é frequentemente expresso em

externo

picometro (pm).

Raio

atômico

Núcleo

AdIlSON SEccO

o de 1998.eir

1 pm 5 10□12 m

(Representação esquemática sem escala,

em cor fantasiosa.)

***num grupo**, o raio atômico aumenta de cima para baixo porque há um aumento do número de camadas ocupadas por elétrons.*

Os átomos eletricamente neutros de elementos de um mesmo período têm mesmo número de camadas eletrônicas. Da direita para a esquerda, há diminuição do número de oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

prótons (Z), o que acarreta diminuição da carga nuclear, menor atração do núcleo sobre os elétrons e consequente aumento do raio atômico. Assim:

odução pr

Repr

***num período**, o raio atômico aumenta da direita para a esquerda, porque, para um mesmo número de camadas ocupadas, os elementos situados à esquerda possuem uma carga nuclear menor.*

AdIlSON SEccO

3.2 Energia (ou potencial) de ionização (EI)

Seja um átomo isolado, no estado gasoso e no estado fundamental. Quando ele absorve energia, elétrons podem ser transferidos de um nível para outro mais afastado do núcleo. Se a energia fornecida for suficientemente alta, será possível arrancar um elétron do átomo em questão, transformando-o num íon positivo.

Representação:

Na (g) □ EI # Na□ (g) □ 1 e

□

(11 p e 11 e□)

(11 p e 10 e□)

Átomo neutro (Ganha energia)

íon positivo

(elétron liberado)

energia de ionização *(EI) é a energia mínima necessária para se arrancar um elétron de um átomo que se encontra no estado fundamental, gasoso e isolado.*

128

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

A energia de ionização pode ser expressa em uma unidade chamada elétron-volt (eV).

Assim:

Na (g) □ 5,1 eV # Na□ (g) □ 1 e□

(ei do na)

Quanto mais próximos do núcleo estiverem os elétrons da última camada, maior é a atração do núcleo sobre eles e, portanto, mais difícil é removê-los do átomo. Assim: Num período ou num grupo, a energia de ionização será tanto maior quanto menor for o raio atômico.

AdIlSON SEccO

É possível retirar mais de um elétron do átomo, bastando, após a retirada do primeiro elétron, fornecer mais energia. Chamamos de ***primeira energia de ionização*** *a energia necessária para retirar um elétron do átomo neutro (no estado fundamental, gasoso e isolado); de* ***segunda***

***energia de ionização**, a energia necessária para retirar outro elétron do cátion resultante da primeira ionização; e assim sucessivamente. Um átomo que possui vários elétrons apresenta várias energias de ionização. Por exemplo: Mg2 (g) 1a EI*

 # Mg 2 (g) 1 e

Mg 2 (g) 2a EI

 # Mg2 (g) 1 e

Mg2 (g) 3a EI

 # Mg3 (g) 1 e

o de 1998.

Veja na tabela abaixo alguns valores experimentais de energias de ionização.

eir

Consultando os dados tabelados, observamos que:

A segunda energia de ionização é maior que a primeira, a terceira energia de ionização é maior que a segunda, e assim sucessivamente.

energias de ionização (eV)

Z

Símbolo

1a

2a

3a

4a

5a

6a

7a

8a

9a

10a

1

H

13,6

2

He

24,6

54,4

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

3

Li

5,4

75,6

122,4

odução pr

4

Be

9,3

18,2

153,9

217,7

Repr

5

B

8,3

25,1

37,9

259,3

340,1

6

C

11,3

24,4

47,9

64,5

391,9

489,8

7

N

14,5

29,6

47,4

77,5

97,9

551,9

666,8

8

O

13,6

35,2

54,9

77,4

113,9

138,1

739,1

871,1

9

F

17,4

35,0

62,6

87,2

114,2

157,1

185,1

953,6

1.100,0

10

Ne

21,6

41,0

64,0

97,1

126,4

157,9

207,0

238,0

1.190,0

1.350,0

11

Na

5,1

47,3

71,6

98,9

138,6

172,4

208,4

264,1

299,9

1.460,0

12

Mg

7,6

15,0

80,1

109,3

141,2

186,7

225,3

266,0

328,2

367,0

13

A,

6,0

18,8

28,4

120,0

153,8

190,4

241,9

285,1

331,6

399,2

14

Si

8,1

16,3

33,5

45,1

166,7

205,1

246,4

303,2

349,0

407,0

15

P

11,0

19,7

30,1

51,4

65,7

220,4

263,3

309,2

380,0

433,0

16

S

10,4

23,4

35,0

47,3

72,5

88,0

281,0

328,8

379,1

459,0

17

C,

13,0

23,8

39,9

53,5

67,8

96,7

114,3

348,3

398,8

453,0

18

At

15,8

27,6

40,9

59,8

75,0

91,3

124,0

143,5

434,0

494,0

19

K

4,3

31,8

46,9

60,9

83,0

101,0

120,0

155,0

176,0

501,4

20

Ca

6,1

11,9

51,2

67,0

84,0

111,0

127,0

151,0

189,0

211,4

 As linhas em vermelho separam dois níveis eletrônicos. Note o acentuado salto da energia de ionização ao atravessar essa linha.

Fonte: *CHRISTEN, H. R. Química. Barcelona: Reverté, 1976. p. 47.*

129

3.3 Afi nidade eletrônica (AE) ou eletroafi nidade

Como vimos, é possível arrancar 1 elétron de um átomo, bastando para isso fornecer energia (energia de ionização). A espécie resultante será um íon positivo.

Vejamos uma outra situação. Seja um determinado átomo, no estado gasoso, isolado e no estado fundamental. Esse átomo pode receber um

elétron em sua camada de valência e, nesse caso, haverá liberação de energia. Assim o átomo se transforma num íon negativo.

A quantidade de energia liberada pelo átomo ao receber o elétron será tanto maior quanto mais fortemente o elétron atraído se ligar ao átomo.

Representação:

C, (

g) l e

 # C, (

g) E

(17 p e 17 e)

(recebe e)

(17 p e 18 e)

(energia é liberada)

Átomo neutro

íon negativo

Afinidade eletrônica *ou* ***eletroafinidade*** *de um átomo é a quantidade de energia liberada quando um átomo gasoso, isolado e no seu estado fundamental, recebe 1 elétron.*

o de 1998.eir

A afinidade eletrônica também pode ser expressa em eV. Assim: C, (g) l e

 # C, (g) 3,61 eV

Afi nidade eletrônica do cloro

Quanto menor for o raio atômico, maior será a afinidade eletrônica.

3.4 Densidade

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

*A **densidade** (d) de um corpo expressa a relação entre a massa (m) e o volume (V) ocupado por esse corpo.*

odução pr

d □ m

–

Os

Repr

V

AdIlSON SEccO

Num grupo: A densidade de um elemento aumenta com o número atômico, o que ocorre de cima para baixo. Num período: A densidade cresce da extremidade para o centro.

O elemento que apresenta maior densidade é o ósmio (Os).

3.5 Ponto de fusão e ponto de ebulição

***ponto de fusão** (PF) é a temperatura na qual o sólido se transforma em líquido a uma determinada pressão.*

***ponto de ebulição** (PE) é a temperatura na qual o líquido se transforma em vapor a uma determinada pressão.*

À exceção dos metais alcalinos e alcalino-terrosos, o ponto de fusão e o ponto de ebulição em um período crescem das extremidades para o centro, e num grupo crescem W

de cima para baixo. O tungstênio (W) é o metal de maior ponto de fusão (3.422 °C).

AdIlSON SEccO

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

3.6 Eletronegatividade

Existe uma propriedade periódica denominada ***eletronegatividade****, a qual, em virtude de sua importância no estudo das ligações que se estabelecem entre os átomos, será estudada no capítulo 9.*

PROPRIEDADES PERIÓDICAS E "MAPAS DE RELEVO"

As ilustrações da tabela periódica a seguir fornecem uma visão do raio atômico, da energia de ionização e da afinidade eletrônica dos elementos por meio de um "mapa de relevos".

Raio atômico

18

2

17

He

16

10

15

9

Ne

8

F

18

17

Ar

14

36

O

250

7

16

C *35*

Kr *54*

Cs

13

6

N *15*

S

Xe

5

C

34

Br *53*

14

12

P

I

86

Rb

***B** 13*

Si

33

***Se** 52*

Rn

período

período

período

período

período

85

o

o

11

A&#xfffd;

32

***As** 51*

Te

K

31

Ge

84

At

50

Sb

2-

3-

o 4-

o 5-

o 6-

10

***Ga** 49*

Sn

83

Po

200

9

30

In

82

Bi

71

8

81

29

***Zn** 48*

Pb

70

Lu

Cu

Cd

T** **

Yb

47

69

Na

7

28

80

Ag

27

Ni *46*

Hg

68

Tm

6

79

Pd

26

Co

Er

150

45

Au

67

Rn

5

Fe

78

25

44

Rh

Pt

66

Ho

Li

Xe

4

77

103

Ru

24

Mn

Dy

3

43

76

Ir

65

Lr

23

Cr

102

42

Tc

Os

Tb

Kr

2

3

64

V

75

No

4

Li

22

41

Mo

12

74

Re

111

101

Gd

100

63

21

Ti

Md

1

Be

Ar

1

11

39

40

Nb

Rg

Mg

W

Eu

110

H

100

20

Sc

38

Y Zr

73

Na** 19 **K Ca

37

72

Ta

Ds

62

Fm

99

57

61

Sm

109

Sr

Es

Raio atômico (pm)

***Rb** 55*

56

La Hf

Mt

98

60

Pm

108

Ne

Cs Ba

Hs

Cf

Nd

97

50

He

87

88

107

Fr

Bh

59

Bk

Pr

96

Ra

106 ***Sg***

58 ***Ce***

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

95

Cm

*105****Db***

94

Am

o de 1998.

104 ***Rf***

Pu

93

0

eir

89 ***Ac***

Np

92

2

10

18

36

54

86

U

91 ***Pa***

90

Número atômico

Th

Fonte: *SUCHOCKI, J. Conceptual Chemistry — Understanding our world of atoms* ***Fonte:*** *EBBING, D. D. General Chemistry. 4. ed. Boston: and molecules. 2. ed. São Francisco: Pearson/Benjamin Cummings, 2004. p. 162.*

Houghton Miffl in, 1993. p. 310.

2

Energia de ionização

He

10 ***Ne***

18

9

17

F

18

16

Ar

25 He

8

15

O

17

36

7 ***N***

C*

Kr

14

16

35

54

Ne

13

6

S

Br

Xe

15

C

53

12

P

34

86

I

20

5

Se

Rn

11

14

33

B

52

Si

2 período

3 período

4 período

5 período

6 período

85

As

Te

10

51

At

13

32

84

Sb

9

A** **

Ge

Po

50

8

30

31

83

Zn Ga

Sn

Bi

15

Ar

7

49

82

29

48

In

Cd

Pb

Kr

71

6

Cu

80

81

28

47

Hg T*

Lu

70

Xe

5

27

Ni *46*

Ag

Yb

Rn

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

79

69

26

Co

Pd

4

Au

102

10

45

78

Tm

68

No*103*

Fe

3

101

25

44

Rh

Pt

Lr

77

Er

1

Mn

Ru

Ir

67

Md

2 H

100

gia de ionização (eV)

24

43

76

Ho

111

66

Fm

1

4

Cr

99

23

Tc

Os

42

Be

Dy

75

Rg

V

65

Es

110

98

5

22

Mo

41

Re

74

Ds

odução pr

Tb

Ener

64

Cf

3

12

109

Ti

Li

Mg

97

Li

Na

21

40

Nb

W

K

73

Mt

Gd

Bk

Rb

108

Sc

Zr

63

Cs

11

96

20

Ta

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

39

Hs

Eu

Repr

72

Na

107

Ca

Y

Hf

Bh

62

95

Cm

Sm

19

38

106

94

Am

0

57

K

Sr

Sg

61

La

Pm

105

Pu

37

56

60

93

2

10

18

36

54

86

89

Db

Rb

Ba

Nd

104

Ac

Np

59

92

55

88

Rf

Cs

Ra

U

58

Pr

Ce

Número atômico

91

87 ***Fr***

90

Pa

Th

Fonte: *SUCHOCKI, J. Conceptual Chemistry — Understanding our world of atoms* ***Fonte:*** *Gráfi co elaborado a partir de EBBING, D. D. e and molecules. 2. ed. São Francisco: Pearson/Benjamin Cummings, 2004. p. 162.*

GAMMON, S. D. General Chemistry. 8. ed. Boston:

Houghton Miffl in, 2005. p. 317.

Afinidade eletrônica

Primeiro

Segundo

Terceiro

H

período

período

período

Li Be

F

C

Na

3

Mg

K

S

Ca

2

Sc

C O

Si

Afinidade eletrônica

Rb

Ti

Sr

V

H

Li

negativa significa

Y

Cr

B C

1

Na

Zr

F

Nb

Mn

O

Cs

Fe

He

P

que a energia é

Ba

B

Lu

Mo

Co Ni Cu

A Si

N C

A

0

absorvida quando o

Hf

Tc Ru Rh

P S

Ne

Ta W

Zn

N

Ge

He

Ne

Ar

átomo recebe 1e–.

Re Os

Pd Ag

Ga

Ir

Br

Pt

As Se

Ar

–1

Au

Cd

finidade eletrônica (eV)

In Sn Sb

A

Te

I

Kr

Hg

–2

T* Pb

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Bi Po At

Xe

Mg

–3

Be

Rn

1

3

6

9

12

15

18

Número atômico

Fonte: *OXTOBY, D. W.; GILLIS, H. P. e NACHTRIEB, N. H. Principles of Modern* ***Fonte:*** *Gráfi co elaborado a partir de CHANG, R. Chemistry.*

Chemistry. 5. ed. Londres: Thompson/Brooks/Cole, 2004. p. 556.

5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1994. p. 313.

131

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

40. *(Cesgranrio-RJ) Considerando um grupo ou família* ***44.*** *(PUC-RJ) O gráfico a seguir mostra a variação do po-na tabela periódica, podemos afirmar em relação ao*

tencial de ionização (eixo das ordenadas) em função

raio atômico:

do número atômico (eixo das abscissas).

a) *Aumenta com o aumento do número atômico,*

devido ao aumento do número de camadas.

B

b) *Aumenta à medida que aumenta o número de*

elétrons do nível L.

c) *Não sofre influência da variação do número atô-*

gia de ionização

mico.

Ener A

C

AdIlSON SEccO

d) *Diminui à medida que aumenta o número atô-*

mico, devido ao aumento da força de atração do

Número atômico

núcleo.

Considerando que a escala no eixo das abscissas

e) *Diminui com o aumento atômico, devido ao au-*

não começa necessariamente de zero, os números

mento do número de elétrons.

atômicos dos elementos A, B e C só podem ser,

41. *(UFV-MG) Os átomos neutros de dois elementos quí-respectivamente:*

micos A e B, estáveis, apresentam respectivamente

a) *A 5 1; B 5 9; C 5 10.*

as distribuições eletrônicas:

b) *A 5 11; B 5 18; C 5 19.*

A: K-2, L-8, M-7

B: K-2, L-7

c) *A 5 10; B 5 19; C 5 20.*

o de 1998.eir

Pode-se dizer, a respeito desses dois elementos, que:

d) *A 5 12; B 5 17; C 5 18.*

a) *apresentam o mesmo número de nêutrons.*

e) *A 5 2; B 5 10; C 5 11.*

b) *são metais.*

45. *(UFSM-RS) Para dois elementos químicos genéricos*

c) *apresentam o mesmo número de prótons.*

X e Y, sabe-se que é mais fácil retirar elétrons de X do

d) *pertencem à mesma família da Tabela Periódica.*

que de Y. Com relação a essa afirmativa, analise as

e) *apresentam o mesmo raio atômico.*

proposições a seguir:

I. O 1o potencial de ionização de X é maior que o

42. *(Vunesp) Nesta tabela periódica, os algarismos ro-1o potencial de ionização de Y.*

manos substituem os símbolos dos elementos.

II. X poderia ser representado pelo elemento químico

I

II

enxofre (S) e Y, pelo elemento químico alumínio

III

(A,).

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

IV

V

VI

VII

III. X poderia ser representado pelo elemento rubídio

(Rb) e Y, pelo elemento químico lítio (Li).

odução pr

IX

X

AdIlSON SEccO

IV. X pode ser um não metal e Y, um metal, sendo

Repr

ambos do mesmo período da tabela periódica.

Sobre tais elementos, é correto afirmar que:

Está(ão) correta(s):

***a)** I e II são líquidos à temperatura ambiente.*

***a)** apenas I.*

***d)** apenas IV.*

***b)** III é um gás nobre.*

***b)** apenas II.*

***e)** apenas II e IV.*

***c)** VII é um halogênio.*

***c)** apenas III.*

***d)** o raio atômico de IV é maior que o de V e menor*

que o de IX.

***46.** (Unifor-CE) "A 1a energia de ionização é medida pela*

e)

*energia **X** quando 1 elétron é retirado de um **Y** isolado.*

VI e X apresentam o mesmo número de camadas

Para um mesmo elemento, a 2a energia de ionização é

eletrônicas.

***Z** do que a 1a.”*

***43.** (UFS-SE) Considere as seguintes transformações que Completa-se corretamente o texto substituindo-se **X**,*

envolvem o elemento sódio:

***Y** e **Z**, respectivamente, por:*

Na (s) # Na (,) # Na (g) # Na (g) e

I

II

III

X

Y

Z

Há absorção de energia na realização:

a)

liberada

átomo neutro

maior

***a)** da transformação I, somente.*

b)

absorvida

átomo neutro

maior

***b)** da transformação II, somente.*

c)

absorvida

íon positivo

menor

***c)** da transformação III, somente.*

d)

liberada

íon positivo

menor

***d)** das transformações I e II, somente.*

***e)** das transformações I, II e III.*

e)

absorvida

íon negativo

menor

132

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

47. *(PUC-RS-modificado) Sobre a estrutura atômica, con-I. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6*

III. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s1

figuração eletrônica e periodicidade química, é correto

II. 1s2 2s2 2p6 3s2

IV. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5

afirmar que:

É errado afirmar que:

a) *quando o elétron é excitado e ganha energia, ele*

a) *dentre os átomos, o átomo I tem o maior potencial*

salta de uma órbita mais externa para outra mais

de ionização.

interna.

b) *a perda de 2 elétrons pelo átomo II leva à formação*

b) *um subnível p poderá conter no máximo oito*

do cátion Mg2□.

elétrons.

c) *dentre os átomos, o átomo III tem a maior afinidade*

c) *o íon Sr2□ possui configuração eletrônica 1s2 2s2*

eletrônica.

2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6.

d) *o ganho de 1 elétron pelo átomo IV ocorre com a li-*

d) *devido à sua carga nuclear, o raio atômico do sódio beração de energia.*

é menor do que o do cloro.

e) *o átomo IV é um halogênio.*

e) *a energia para remover um elétron do átomo de Mg*

(1a ene rgia de ionização) é maior do que aquela

50. *(Cesgranrio-RJ) Os dados X e Y que faltam no quadro necessária para remover um elétron do íon de Mg1*

a seguir são:

(2a energia de ionização).

a) *X 5 770; Y 5 141*

d) *X 5 770; Y 5 1.430*

b) *X 5 861; Y 5 1.430*

e) *X 5 1.550; Y 5 251*

48. *(UFG-GO) O arranjo dos elementos na tabela periódi-*

c) *X 5 1.550; Y 5 141*

ca moderna está relacionado com a estrutura atômica.

Sobre a estrutura atômica e periodicidade, classifique

Ponto de fusão

1a energia de

os itens como verdadeiros ou falsos.

(°C)

ionização (kcal/mol)

• Para uma série de compostos do tipo EC,4, onde E

Cálcio

850

Y

são elementos do grupo IVA, a distância entre E e

Estrôncio

X

131

o de 1998.

C, aumentará com a variação de E do C ao Pb.

eir

• O potencial de ionização de um átomo é a ener-

Bário

700

120

gia necessária para a remoção de 1 elétron desse

átomo no estado gasoso.

51. *(Cefet-PR) Relacione as frases a seguir com elementos*

• O segundo e o terceiro potenciais de ionização são

constantes da Tabela Periódica apresentada e indique

sempre maiores que o primeiro potencial de ioni-

a sequência correta:

zação, porque com a remoção do primeiro elétron

do átomo a repulsão eletrostática entre os elétrons

remanescentes diminui.

A

Y

D

E

• O sódio tem potencial de ionização maior que o ru-

G J

L

AdIlSON SEccO

M

Q

R

T

bídio, pois apresenta um número de camadas menor,

X

enquanto o nitrogênio tem um potencial de ionização

maior que o boro devido à maior carga nuclear.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• Dentre os elementos A, Y, D e E, o de menor energia

• Não metais formam ânions com mais facilidade que

de ionização.

metais, porque para um mesmo período não metais

odução pr

• O elemento que pertence ao 3o período do grupo 5A.

possuem afinidade eletrônica maior que metais.

Repr

• O elemento de maior afinidade eletrônica.

• Ânions são sempre maiores que os átomos dos quais

• Entre os semimetais, o de maior raio atômico.

eles são derivados, porque o(s) elétron(s) adicio-

• O elemento de maior densidade.

nal(is) aumenta(m) a repulsão elétron-elétron.

a) *A – L – T – D – J*

d) *E – L – T – R – Q*

49. *(ITA-SP) Dadas as configurações eletrônicas dos*

b) *A – D – E – R – Q*

e) *E – R – T – L – J*

seguintes átomos no seu estado fundamental:

c) *A – L – E – R – J*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

52. *(UPF-RS) Considerando a família dos alcalinos terro-53. (UEL-PR) Em qual das transformações a seguir, no sos na tabela periódica, pode-se afirmar, em relação*

sentido indicado, a energia envolvida mede o chama-

ao raio atômico, que ele:

do "potencial de ionização"?

a) *aumenta à medida que aumenta a afinidade ele-*

trônica.

a) *C, (g) 1 e # C, (g)*

b) *diminui à medida que aumenta o número atômico.*

b) *2 C, (g) # C,2 (g)*

c) *aumenta de baixo para cima.*

d)

c)

aumenta com o aumento do número atômico, devi-

H (,) OH (aq) # H2O (aq)

do ao aumento do número de níveis de energia.

d) *Na (g) # Na (g) 1 e*

e) *não sofre influência da variação dos níveis de*

energia do átomo.

e) *H (aq) 1 e # 1*

_2 H2 (g)

133

54. *(UFC-CE) O efeito fotoelétrico consiste na emissão* ***58.*** *(UFRJ) Considere as espécies químicas representadas de elétrons provenientes de superfícies metálicas,*

no quadro a seguir.

através da incidência de luz de frequência apro-

priada. Tal fenômeno é diretamente influenciado

S2

Ar

Fe3

Ca2

A, 3

C,

pelo potencial de ionização dos metais, os quais

a) *Identifique, com o auxílio da Tabela Periódica, as têm sido largamente utilizados na confecção de*

espécies isoeletrônicas (mesmo número total de

dispositivos fotoeletrônicos, tais como: fotocélulas

elétrons), apresentando-as em ordem decrescente

de iluminação pública, câmeras fotográficas etc.

de raio.

Com base na variação dos potenciais de ionização

b) *Identifique, dentre as espécies químicas cujos*

dos elementos da Tabela Periódica, indique a alter-

elementos pertencem ao terceiro período, aquela

nativa que contém o metal mais suscetível a exibir

que apresenta o menor potencial de ionização.

o efeito fotoelétrico.

Justifique sua resposta.

a) *Fe*

c) *Cs*

e) *Ca*

59. *(Fuvest-SP) O gráfico mostra a variação do potencial*

b) *Hg*

d) *Mg*

de ionização para elementos de número atômico, Z,

55. *(UFRJ) As tintas são feitas com base na combinação de 1 a 19.*

de pigmentos inorgânicos, materiais formadores de

PI (eV)

película e solventes. A mistura de diferentes pigmen-

tos é responsável pela grande variedade de tons e

20

cores existentes.

AdIlSON SEccO

Na composição dos pigmentos, podemos encontrar

15

diversos elementos químicos, tais como Pb, Fe, A,,

o de 1998.

10

eir

Si, Hg, Cr e Ba.

***a)** Qual, dentre esses elementos, apresenta menor*

5

potencial de ionização?

0

***b)** Quais desses elementos são metais de transição?*

5

10

15

20

Z

***56.** (PUC-RS) Comparando o cloro e o sódio, os dois ele-*

***a)** Dê o nome dos três elementos que têm maior di-*

mentos químicos formadores do sal de cozinha, é correto

ficuldade de formar cátions, no estado gasoso.

afirmar que:

***b)** Explique por que, no intervalo de Z 5 3 a Z 5 10,*

a) *o cloro tem menor energia de ionização.*

o potencial de ionização tende a crescer com o

b) *o sódio tem raio atômico maior.*

aumento do número atômico.

c) *o sódio tem maior afinidade eletrônica.*

60. *(UFMG) As letras W, X, Y e Z designam quatro ele-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

d) *os íons de ambos são isoeletrônicos.*

mentos escolhidos entre aqueles das colunas 1, 2 e 13

e) *ambos pertencem ao mesmo grupo da tabela pe-*

da tabela periódica (antigas colunas IA, IIA e IIIA).

odução pr

riódica.

Seus átomos têm as energias de ionização mostradas

Repr

na tabela.

57. *(UFMG) As sucessivas energias de ionização do nitrogênio estão representadas neste gráfico.*

EI (kJ ? mol□1)

Elemento

)3

1o

2o

3o

4o

0 70

W

578

1.817

2.745

11.578

J/mol)(1 60

50

X

419

3.051

4.412

5.877

EI (k

AdllSON SEccO

40

Y

496

4.563

6.913

9.544

30

Z

590

1.145

4.912

5.877

20

10

Os valores das sucessivas energias de ionização de

0

1

2

3

4

5

6

7

um átomo podem dar uma indicação de seu número

N de ordem do elétron

de elétrons de valência.

Analisando as informações contidas na tabela, con-

1. *Explique a variação observada nos valores da*

clui-se que a associação correta entre um elemento e

energia de ionização entre o primeiro e o quinto

a coluna a que ele pertence na tabela periódica é:

elétron.

a) *W – coluna 1 (IA).*

b) *X – coluna 2 (IIA).*

2. *Explique por que o valor da energia de ioniza-*

ção do sexto elétron é muito maior do que a do

c) *Y – coluna 1 (IA).*

quinto.

d) *Z – coluna 13 (IIIA).*

134

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

61. *(Uerj) O comportamento químico e físico dos elementos Considere que o elemento de menor número atômico*

tem relação direta com suas propriedades periódicas.

representado pertence ao segundo período da tabela.

Observe, no gráfico 1, parte das energias de ionização

de um elemento representativo do terceiro período

Gráfico 2

da tabela de classificação periódica.

400

)1

Gráfico 1

adilson sEcco

300

1

mol

80.000

J

mol 70.000

kJ 60.000

200

50.000

40.000

100

30.000

afinidade eletrônica (k

20.000

0

10.000

números atômicos crescentes e consecutivos

0

(Adaptado de <http://www.webelements.com>.)

adilson sEcco

1ª 2ª 3ª 4ª 5ª 6ª 7ª 8ª 9ª 10ª 11ª 12ª 13ª 14ª

energias de ionização

Nomeie o elemento que corresponde ao gráfico 1,

(Adaptado de RUSSEL, J. B. Química geral.

justificando sua resposta. Em seguida, identifique

São Paulo: Makron Books, 1994.)

o grupo da tabela de classificação periódica ao qual

Observe, agora, no gráfico 2, as afinidades eletrônicas de

pertencem os elementos do gráfico 2 que apresentam

o de 1998.

48 elementos da tabela de classificação periódica.

as quatro maiores afinidades eletrônicas.

eir

Informe-se sobre a Química

Breve história da tabela periódica moderna

As tríades de Döbereiner

No início do século XIX, valores aproximados para a massa dos átomos de alguns elementos (denominada massa atômica) haviam sido estabelecidos.

k c

Em 1829, o químico alemão Johann Döbereiner, analisando três elementos quio ts

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

n

micamente semelhantes — o cálcio (Ca), o estrôncio (Sr) e o bário (Ba) —, percebeu ti

/la

uma relação simples entre suas massas atômicas: a massa do átomo de estrôncio gk

odução pr

a

apresenta um valor bastante próximo da média das massas atômicas do cálcio Repr

e do bário. Ele também observou o mesmo efeito para outras tríades (trios) de elementos químicos, por exemplo, cloro/bromo/iodo e enxofre/selênio/telúrio.

 Johann Wolfgang

O parafuso telú ri co de Chancourtois

Döbereiner (1780-1849).

Em 1862, o geólogo fran cês Alexandre Chancourtois (1819-1886) dis pôs os ele- Gravura de 1845.

Coleção particular.

men tos quí mi cos conhe ci dos em ordem cres cen te de suas massas atô mi cas numa linha espi ral em volta de um cilin dro. Tal dis po si ção ficou conhe ci da como para fu so telú ri co de Chancourtois (telúrico significa relativo à Terra).

k c

Ao redor do cilin dro foram fei tas dezes seis divi sões, e os ele men tos com pro-o t s ni

prie da des seme lhan tes apa re ciam uns sobre os outros em vol tas consecutivas da t a l/Y

espi ral. Chancourtois estava sugerindo que as propriedades dos elementos estavam RaR

relacionadas ao número que o elemento ocupava na sequência.

liB

too

As oitavas de Newlands

H

E P

c

Em 1864, o inglês John Newlands, um amante da música, organizou os elemen-sciEn

tos em ordem crescente de suas massas atômicas em linhas horizontais, contendo sete elementos cada. O oitavo elemento apresentava propriedades semelhantes ao John Alexander Reina primeiro e assim por diante, numa

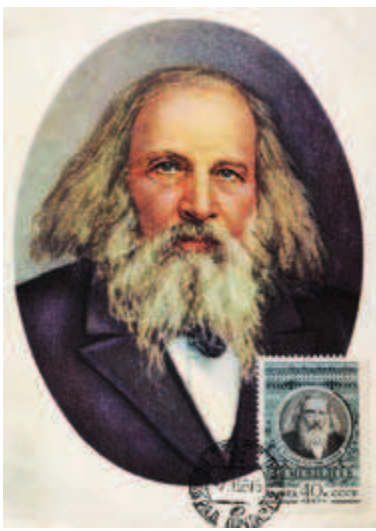
relação periódica que lembra a periodicidade das Newlands (1837-1898).

Foto na Biblioteca da

notas musicais.

Sociedade Real de Química.

135



			K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
			Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
			—	?Yt = 88?	?Di = 138?	Er = 178?	—
			Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Th = 231
			V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
			Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
			Mn = 55	—	—	—	—
			Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
Typische Elemente			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
H = 1	Li = 7	Na = 23	Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
	B = 11	Al = 27,3	—	In = 113	—	Tl = 204	—
	C = 12	Si = 28	—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
	O = 16	S = 32	Se = 78	Te = 125?	—	—	—
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	—	—	—

A essa repetição de propriedades dentro da sequência o químico inglês deu o nome de lei das oitavas. Por buscar essa relação entre Química e Música, Newlands sofreu o despre-zo e o escárnio dos membros da Sociedade de Química de Londres. Ao apresentá-lo aos membros dessa entidade, um

deles teria perguntado sarcasticamente se ele já teria tentado organizar os elementos na ordem alfabética das letras iniciais dos nomes. Entretanto seu trabalho foi reconhecido cerca de duas décadas mais tarde, por ser um precursor das ideias de Mendeleev.

Mendeleev: periodicidade e previsões

Dmitri Mendeleev foi professor universitário na Rússia e fez uma importante descoberta na história da Ciência enquanto estava escrevendo um livro de Química. Ele registrou as propriedades de cada um dos elementos químicos conhecidos (na época eram 63) em fichas de papel, cada ficha para um elemento. Manipulando as fichas, na tentativa de encadear as ideias antes de escrever determinada parte da obra, Mendeleev percebeu algo extraordinário.

Mendeleev organizou as fichas de acordo com a ordem crescente da massa dos átomos de cada elemento. Notou que nessa sequência apareciam, a intervalos regulares, elementos com propriedades semelhantes, de modo similar ao que Newlands fizera. Havia uma periodicidade, ou seja, uma repetição nas propriedades dos elementos. Entre os muitos exemplos de elementos com propriedades semelhantes, podemos citar:

• sódio (Na), potássio (K) e rubídio (Rb) — reagem explosivamente com a água; combinam-o de 1998.eir

-se com o cloro e o oxigênio formando, respectivamente, compostos de fórmulas EC, e E2O (E representa o elemento);

• magnésio (Mg), cálcio (Ca) e estrôncio (Sr) — reagem com água, mas não tão violentamente; combinam-se com o cloro e o oxigênio formando, respectivamente, compostos de fórmulas EC,2 e EO.

k c O T S N ITA

TINSTOck

l / l pS/S

Spl-lA

EvIHc

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

R

I Acc

odução pr

Repr

Esboço da classificação

periódica proposta

por Dmitri Ivanovitch

Mendeleev (1834-

-1907) e selo

comemorativo de 1958

acima.

Em 1869, Mendeleev pôde organizar os elementos em uma tabela, na qual aqueles com propriedades semelhantes apareciam numa mesma coluna. Elaborando melhor sua descoberta, ele percebeu que pareciam estar faltando alguns elementos para que ela fosse completa. Mendeleev resolveu, então, deixar alguns locais em branco nessa tabela, julgando que algum dia alguém descobriria novos elementos químicos que pudessem ser encaixados nesses locais, com base em suas propriedades. Ele chegou, até, a prever algumas das propriedades que esses elementos teriam.

Abaixo do silício, por exemplo, Mendeleev suspeitou que deveria existir um elemento que ele denomi nou eka-silício e cujas propriedades previu (eka é uma palavra do sânscrito que pode ser traduzida como "o primeiro a seguir"). Esse elemento foi descoberto em 1886 pelo alemão Clemens Winkler, que o chamou de germânio. As 136

A tabela periódica dos elementos

Capítulo 7

propriedades do germânio são espantosamente próximas das previstas por Mendeleev, como mostra a tabela 1.

k c O

tabela 1

Propriedades do elemento químico germânio

T S NITAl/

Propriedade

Prevista por Mendeleev

Observada

SEGA

Im

Massa atômica

72

72,3

kG

A

Densidade

5,5 g/cm3

5,47 g/cm3

Ponto de fusão

Muito alto

960 ˚C

 O alemão Julius Lothar

Fórmula óxido

RO2

GeO2

Meyer (1830-1895) propôs

uma classificação periódica

Fórmula cloreto

RC,4

GeC,4

para os elementos similar

à de Mendeleev, baseada

nos padrões de semelhança

Mendeleev também percebeu que em alguns locais da tabela seria melhor entre os elementos

fazer pequenas inversões na ordem dos elementos. Em 1871, ele publicou uma químicos. Contudo, não fez

previsões sobre a existência

versão aprimorada de seu trabalho.

de elementos ainda não

Antes de Mendeleev, outros cientistas — como Döbereiner, Chancourtois descobertos nem sobre

e Newlands — já haviam percebido que alguns elementos têm propriedades suas propriedades. Por

o de 1998.

isso, embora também seja

semelhantes, mas o mérito do químico russo foi o de fazer uma extensiva oreir

considerado descobridor da

ganização dos elementos com base em suas propriedades, realizar pequenos Lei Perió dica dos Elementos,

ajustes necessários e deixar locais para elementos que poderiam existir mas o mérito maior costuma ser

atribuído ao russo Mendeleev.

que ainda não haviam sido descobertos.

Foto de 1895. Instituto

Além do germânio, outros elementos, cuja existência foi prevista por

Mende-Americano de Física, Nova

leev, foram descobertos posteriormente, como o escândio (Sc), o gálio (Ga) e o York, EUA.

polônio (Po). E as propriedades desses elementos são iguais às previstas por ele ou bastante próximas delas.

Moseley e o número atômico: rumo à tabela periódica atual

k

Mendeleev ordenou os elementos de acordo com a sequência crescente de c

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O T S

suas massas atômicas. Percebeu, contudo, que algumas pequenas inversões N I T A l

eram necessárias para que os elementos ficassem corretamente posicionados

/

odução pr

y RA

juntamente a outros com propriedades semelhantes.

Repr

R

lIb

Em 1913 e 1914, o inglês Henry Moseley fez importantes descobertas tra- TOOH

balhando com uma complexa técnica envolvendo raios X. Ele descobriu uma E p

c

característica numérica dos átomos de cada elemento que ficou conhecida como ScIEN

número atômico e que posteriormente foi associada ao número de prótons.

Os elementos não estão dispostos na tabela periódica atual por ordem cres-

Henry Gwyn Jeffreys

cente de massa atômica, mas sim por ordem crescente de número atômico.

Moseley (1887-1915). Instituto

Americano de Física, Nova

De modo geral, à medida que o número atômico cresce, a massa atômica York, EUA.

também cresce. Há apenas quatro casos de elementos consecutivos na tabela em que o de menor número atômico apresenta a maior massa atômica. São eles:

• o argônio (18Ar), cuja massa atômica é 39,9 e vem antes do potássio (19K), cuja massa atômica é 39,1;

• o cobalto (27Co), cuja massa atômica é 58,9 e vem antes do níquel (28Ni), cuja massa atômica é 58,7;

• o telúrio (52Te), cuja massa atômica é 127,6 e vem antes do iodo (53I), cuja massa atômica é 126,9;

• o tório (90Th), cuja massa atômica é 232 e vem antes do protactínio (91Pa), cuja massa atômica é 231.

137

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

Observe atentamente a tabela a seguir:

***tabela 1** Algumas propriedades de doze elementos químicos selecionados*
Quantas vezes

Fórmula da substância resultante da

o átomo é mais

combinação do elemento com:

Elemento

Símbolo

pesado que o de

hidrogênio

hidrogênio

cloro

oxigênio

Argônio

Ar

40

*

*

*

Bário

Ba

137

BaH2

BaC,2

BaO

Bromo

Br

80

HBr

BrC,

Br2O

Cálcio

Ca

40

CaH2

CaC,2

CaO

Cloro

C,

36

HC,

C,2

C,2O

Flúor

F

19

HF

C,F

OF2

Hélio

He

4

*

*

*

Lítio

Li

7

LiH

LiC,

Li2O

Magnésio

Mg

24

MgH2

MgC,2

MgO

o de 1998.eir

Neônio

Ne

20

*

*

*

Potássio

K

39

KH

KC,

K2O

Sódio

Na

23

NaH

NaC,

Na2O

** Não forma composto químico com esse elemento.*

Fonte: *Tabela elaborada pelos autores.*

1. *Uma das características do modo científico de realizar investigações é organizar os objetos estudados de acordo com suas propriedades.*

Utilize os dados mostrados na tabela acima para organizar esses elementos químicos em grupos, de acordo com suas propriedades.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) Quantos grupos você escolheu para organizar os elementos? Quais são os grupos escolhidos?

odução pr

b) Qual o critério (ou quais os critérios) que você usou para fazer essa classificação?

Repr

Explique.

2. *Mendeleev foi o primeiro a propor maneiras de organizar os elementos químicos de acordo com suas propriedades?*

3. *Mendeleev deixou alguns "buracos" em sua tabela periódica. Comente o porquê. A que se destinavam tais "buracos"?*

4. *Mendeleev ordenou os elementos químicos em ordem crescente da massa de seus átomos.*

Na tabela periódica atual ainda é assim? Comente.

5. *O que se entende por Lei Periódica dos Elementos?*

6. *Existem outros tipos de periodicidade fora da Química? Se sim, dê exemplos.*

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

138

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — tabela periódica

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Tabela

tem

periódica

onde estão

listados os

1

Períodos

2

cada

cada qual

qual

cada qual

cada um

relacionado à

tem uma

relacionado ao

tem seu

Terminação da

Nome

configuração

3

Configuração

eletrônica

eletrônica

Símbolo

fornece

o de 1998.eir

por exemplo

permite

termina

prever a

em

ns1

4

Grupo 1

Posição na

Alcalinos

inclui

tabela periódica

os metais

evidencia a

termina

existência

em

ns2

de

Grupo 2

Alcalino-terrosos

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5

inclui

os metais

por exemplo

odução pr

termina

Repr

Raio

em

ns2 np4

atômico

66

são

Calcogênios

Densidade

Energia de

termina

ionização

em

ns2 np5

Ponto de

7

fusão

são

Halogênios

Afinidade

eletrônica

termina

em

Ponto de

ns2 np6

ebulição

8

Eletronegatividade

Gases nobres

são

onde

(capítulo 9)

está o

termina

em

Hélio

1s2

139

O

ligações químicas

APÍTULC

8 interatômicas

A teia de aranha é constituída por fios de proteínas c

produzidas pelo animal. Essas proteínas são longas moléculas formadas por átomos unidos por ***ligação covalente****.*

A aranha representada ao lado tem cerca de 0,8 cm e

tece uma teia de 22 cm de diâmetro.

bIO cOlOmbINI

FA

AGNER SANTOS/kINOw

Alguns conteúdos importantes:

Regra do octeto

 A resistência à tração torna o aço próprio

para ser usado em cabos de elevadores e

Ligação iônica

teleféricos, como o Pão de Açúcar, na cidade

do Rio de Janeiro. O aço é constituído

Ligação covalente

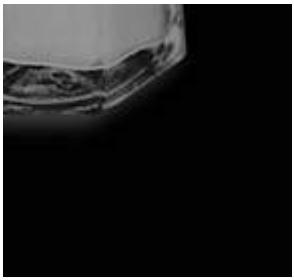
principalmente por ferro, uma substância na

qual há ***ligação metálica****. Foto de 2004.*

Ligação metálica

Principais propriedades das substâncias iônicas,

das moleculares e das metálicas



[redacted]

[redacted]

[redacted]

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e S E

justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao GAm

professor.

y ITTE/G

• regra do octeto

dOOFk

• íons

c

TO/SH

• ligação iônica

cISE

H b

• moléculas

IGEl

• maleabilidade e ductibilidade

• substância iônica

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Já sabemos que a fórmula química de uma substância nos diz quais são os elementos químicos que a compõem e também nos informa sobre a quantidade relativa de átomos de cada elemento presente.

Assim, por exemplo, ao escrever a fórmula da água como H2O pretende-se dizer que a água é formada pelos elementos hidrogênio (símbolo: H) e oxigênio (símbolo: O). Além disso, a fórmula H2O expressa que, em cada molécula da substância água, há dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Por meio de interessantes (e, às vezes, complexos) experimentos, os químicos puderam, desde o século XIX, descobrir a fórmula de muitas substâncias.

odução pr

Repr

Se apanharmos uma amostra de água do mar e a deixarmos em repouso por alguns dias, notaremos que, à medida que a água for evaporando, um sólido branco irá se depo-sitando no fundo do recipiente.

Uma análise desse depósito revela que ele contém várias substâncias, sendo as mais significativas representadas por NaC,, MgC,2, KC,, KBr, MgSO4, CaSO4 e CaCO3.

Uma análise do ar atmosférico indica que ele contém uma variedade de

substâncias diferentes, representadas pelas fórmulas N2, O2, CO2, H2O, CO, SO2, SO3, NO2, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn.

Como você pode perceber, no ar, na água do mar e em tudo o mais ao nosso redor estão presentes diversas substâncias, cada qual com uma composição química característica.

Será possível fazer previsões sobre a fórmula das moléculas de uma substância formada quando átomos de diferentes elementos se unem?

Em muitos casos essas previsões são possíveis, e esse é o assunto deste capítulo.

Vamos entender o modo pelo qual os átomos se unem e como isso influencia as propriedades dos materiais.

141

1 Os três tipos de ligação química interatômica

Neste capítulo, estudaremos três importantes grupos de substâncias — as ***iônicas****, as* ***moleculares*** *e as* ***metálicas*** *—, das quais alguns exemplos são mostrados na tabela 1 (abaixo).*

• ***Substâncias iônicas*** *— substâncias que conduzem a corrente elétrica no estado líquido, mas não no sólido. Inclui cloreto de lítio, brometo de potássio, cloreto de cálcio, cloreto de sódio, óxido de alumínio e óxido de magnésio.*

• ***Substâncias moleculares*** *— substâncias que não conduzem corrente elétrica no estado sólido nem no líquido; também se destacam por apresentar* ***pontos de fusão significativamente mais baixos que as substâncias dos outros dois grupos****. Inclui etanol, cloro, água, naftaleno, iodo, glicose.*

• ***Substâncias metálicas*** *— substâncias que conduzem corrente elétrica tanto no estado sólido quanto no líquido; quanto aos pontos de fusão, essas substâncias são razoavelmente comparáveis às do primeiro grupo. Inclui alumínio, prata, ouro, cobre, ferro e platina.*

o de 1998.eir

tabela 1

propriedades de algumas substâncias químicas

Fórmula que

ponto de fusão

conduz corrente elétrica no

Substância

representa a substância

(°c)

estado sólido?

estado líquido?

Substâncias iônicas

Cloreto de lítio

LiC,

610

Não

Sim

Brometo de potássio

KBr

734

Não

Sim

Cloreto de cálcio

CaC,2

775

Não

Sim

Cloreto de sódio

NaC,

801

Não

Sim

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Óxido de alumínio

A,2O3

2.053

Não

Sim

Óxido de magnésio

MgO

2.825

Não

Sim

odução pr

Repr

Substâncias moleculares

Etanol

C2H6O

114

Não

Não

Cloro

C,2

102

Não

Não

Água

H2O

0

Não

Não

Naftaleno

C10H8

80

Não

Não

Iodo

I2

114

Não

Não

Glicose

C6H12O6

150

Não

Não

Substâncias metálicas

Alumínio

A,

660

Sim

Sim

Prata

Ag

962

Sim

Sim

Ouro

Au

1.064

Sim

Sim

Cobre

Cu

1.085

Sim

Sim

Ferro

Fe

1.538

Sim

Sim

Platina

Pt

1.768

Sim

Sim

Fonte dos pontos de fusão: *LIDE, D. R. (ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.* ***3****-4ss e* ***4****-39ss.*

142

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

A união entre átomos é denominada ***ligação química interatômica****. Ela pode ser de três tipos:* ***iônica****,* ***covalente*** *e* ***metálica****. Veremos, neste capítulo, que, nas substâncias:*

• ***iônicas****, os átomos se unem por* ***ligação iônica****;*

• ***moleculares****, os átomos se unem por* ***ligação covalente****;*

• ***metálicas**, os átomos se unem por **ligação metálica**.*

Substância química

pode ser

Iônica

Molecular

Metálica

em que há

em que há

em que há

Ligação

Ligação

Ligação

iônica

covalente

metálica

o de 1998.

2 Os gases nobres e a regra do octeto

eir

2.1 Gases nobres: modelo de estabilidade

Todas as substâncias químicas são formadas por átomos de elementos químicos. Os cientistas observaram que a imensa maioria das substâncias conhecidas é formada por átomos combinados, unidos. Às vezes são átomos de um único elemento, às vezes de dois ou mais elementos.

*Dos milhões de substâncias conhecidas, sabe-se de **apenas** seis nas quais existem átomos não unidos a outros átomos.*

*Até hoje **não** foi descoberta sequer uma substância **natural** na qual átomos de gases nobres oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de*

19 de fever

estejam combinados entre si ou com átomos de outros elementos.

odução pr

*Apenas os **gases nobres** (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), nas condições ambientes, apresentam Repr*

***átomos estáveis isolados**, isto é, não unidos a outros átomos.*

2.2 A regra do octeto

Para entender como funcionam as ligações entre os átomos, é importante analisar a eletrosfera dos gases nobres (tabela 2), uma vez que eles parecem ser a chave para entender a questão.

tabela 2

distribuição eletrônica dos gases nobres

Gás nobre

K

l

m

n

O

p

Hélio

2

Neônio

2

8

Argônio

2

8

8

Criptônio

2

8

18

8

Xenônio

2

8

18

18

8

Radônio

2

8

18

32

18

8

143

William Kossel e Gilbert Newton Lewis propuseram, independentemente, no ano de 1916, uma regra para interpretar a ligação entre os átomos, que ficou conhecida como ***regra do octeto de elétrons*** *(ou, simplesmente,* ***regra do octeto****): Um átomo estará estável quando sua última camada possuir 8 elétrons (ou 2, caso se trate da camada K). Os átomos não estáveis unem-se uns aos outros a fim de adquirir essa configuração de estabilidade.*

Hidrogênio

Cloro

Hélio

Oxigênio

Prata

AdIlSON SEccO

AdIlSON SEccO

Sódio

AdIlSON SEccO

AdIlSON SEccO

A jR./cId

TTON. bIld/cId

vIER jAImE/cId

S.l. mA

jA

SéRGIO dOTT

vIER jAImE/cIdjA

o de 1998.eir

 Os gases nobres formam

 No sal de cozinha há

 Na água há átomos

 Na prata há muitos átomos

substâncias em que átomos

íons de sódio e de cloro

de hidrogênio e oxigênio

de prata unidos formando o

não estão unidos a outros.

combinados formando os

formando moléculas.

sólido. (As representações

O hélio, presente nos

cristais.

desta página estão fora de

balões, é um exemplo de

proporção. Átomos e íons

gás nobre.

representados por esferas em

cores fantasiosas.)

3 Ligação iônica

3.1 Tendência dos elementos a perder ou a receber elétrons *oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

Como decorrência do que estudamos no capítulo 7:

odução pr

Repr

À medida que percorremos um período da tabela periódica, da esquerda para a direita, aumenta a atração exercida pelo núcleo sobre os elétrons da camada de valência.

De fato, os químicos perceberam que:

Os átomos dos elementos dos grupos 1, 2 e 13 apresentam uma tendência acentuada a perder os elétrons da camada de valência.

Sem os elétrons de valência, a última camada eletrônica passa a ser a anterior, que satisfaz a regra do octeto. Assim, por exemplo, átomos de Na, sob determinadas condições, podem perder o elétron de valência, átomos de Mg podem perder os dois elétrons de valência e átomos de A, podem perder os três. Os químicos também verificaram que:

Os átomos dos elementos dos grupos 15, 16 e 17 apresentam, de modo geral, tendência a receber elétrons para ficar com oito elétrons na última camada.

Assim, átomos de F e de C,, sob determinadas condições, podem receber um elétron, átomos de O e S podem receber dois e átomos de N e P podem receber três.

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

metais

exemplos

na

mg

K

ca

A,

rb

ba

(Grupo 13)

(Grupo 1)

(Grupo 2)

atingem o octeto

atingem o octeto

atinge o octeto

se houver

se houver

se houver

perda de 1e

perda de 2e

perda de 3e

que origina

que origina

que origina

na

mg2

A,3

K

ca2

rb

ba2

não metais

o de 1998.

exemplos

eir

n

O

F

p

S

c,

(Grupo 15)

(Grupo 16)

(Grupo 17)

atingem o octeto

atingem o octeto

atingem o octeto

se houver

se houver

se houver

Ganho de 3e

Ganho de 2e

Ganho de 1e

que origina

que origina

que origina

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

n3

O2

F

odução pr

p3

S2

c,

Repr

Generalizando:

***metais** têm tendência a formar **cátions**; e **não metais**, a formar **ânions**.*

3.2 Formação de íons e ligação iônica

Vejamos como pode acontecer a união de metal e não metal do ponto de vista da regra do octeto. Consideremos átomos neutros dos elementos sódio e cloro: 11Na:

K–2 L–8 M–1

17C,:

K–2 L–8 M–7

não estão estáveis, pois não apresentam 8 elétrons na última camada.

Nenhum deles está estável, de acordo com a regra do octeto. Contudo, se houver uma transferência de 1 elétron do sódio para o cloro, ambos atingirão a estabilidade.

11Na□:

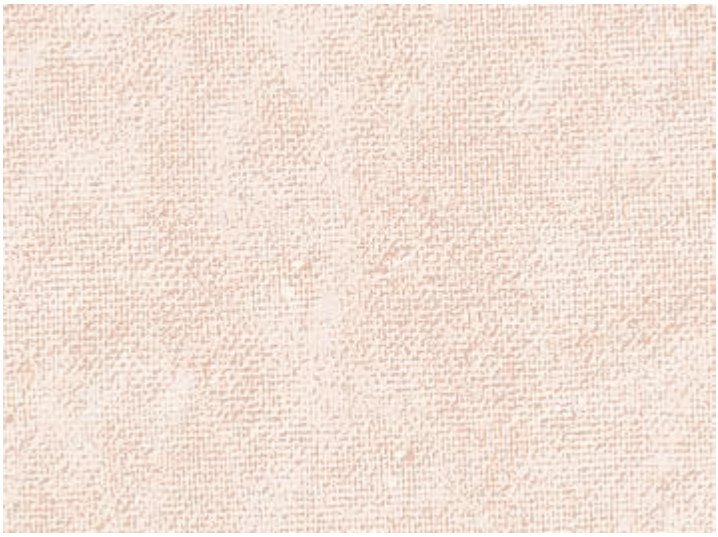
K–2 L–8

17C,□:

K–2 L–8 M–8

Ambos adquirem a estabilidade, pois fi cam com 8 elétrons na última camada.

145



Esse processo pode ser esquematizado simplificadamente, representando-se por bolinhas os elétrons da última camada (a ***camada de valência****) ao redor do símbolo do elemento:*

Sal de cozinha

** **

** **

representação

representação

Na

C

Na

*C *

dos átomos isolados

dos íons na e c,

Os íons Na e C, possuem cargas elétricas opostas; portanto se atraem mutuamente. Essa atração mantém os íons unidos, formando uma

substância muito conhecida, o cloreto de sódio (comercializado como sal de cozinha), representado pela fórmula NaC,. Tal união é chamada de ***ligação iônica*** *(alguns a denominam* ***ligação eletrovalente****).*

Se conseguíssemos ampliar um daqueles cristaizinhos de sal presentes num saleiro, veríamos um arranjo regular de cátions Na e de ânions C,, conhecido como ***retículo cristalino iônico****, ilustrado esquematicamente ao lado.*

AdIlSON SEccO

O cloreto de sódio é apenas um exemplo de ***composto iônico****, ou seja, um com-Íon Na*

posto formado por íons. De modo geral, ***sempre que um elemento, que necessite*** *Íon C*

doar elétrons para se estabilizar, se unir a outro, que necessite recebê-los, a união

Representação esquemática

do retículo cristalino iônico do

se dará por ligação iônica *. Veja mais dois exemplos: cloreto de sódio. Os íons estão*

representados, sem escala, por

o de 1998.

O

esferas, em cores fantasiosas.

eir

F

2

A

Ca

Ca

F

O

3

2

1

2

A

O

Composto de

F

A

2

3

fórmula CaF

Composto de

2

O

fórmula A2O3

TIONAl

TINSTOck

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

vETE/cORbIS/lA

odução pr

SISSIE bRImbERG/NA

GEOGRApHIc/GETTy ImAGES

Repr

jOSé mANuEl SANcHIS cAl

 A fl uorita (CaF2) é um mineral do qual se

 A safi ra consiste em um cristal de A,2O3 (incolor),

obtém, industrialmente, o elemento fl úor.

contendo “impurezas” responsáveis pela cor azul.

(A fl uorita da foto mede 11 cm de largura.)

(A safi ra da foto faz parte de um anel de ouro,

fotografado do alto.)

Em processos químicos, elétrons

não são criados nem destruídos.

Sempre que for necessário,

Assim, o total de elétrons doado

para melhor compreender alguma

deve ser igual ao total recebido.

passagem deste livro, elabore a

Em outras palavras, ***a carga total***

distribuição eletrônica dos átomos

positiva no composto formado

consultando o número atômico

deverá ser igual à negativa, o que

na tabela periódica e usando o

o tornará eletricamente neutro

diagrama das diagonais.

como um todo.

146

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

3.3 Escrevendo a fórmula de um composto iônico

Os elementos dos grupos 1, 2 e 13, que são ***metais****, apresentam 1, 2 e 3 elétrons, respectivamente, na camada de valência. Para ficarem estáveis, de acordo com a regra do octeto, deverão* ***perder*** *esses elétrons. Já os elementos dos grupos 15, 16 e 17, predominantemente* ***não metais****, deverão* ***receber*** *o número de elétrons que falta para completar o octeto.*

Na

N 3

Cátion do sódio, elemento do ***grupo 1*** *(1A).*

Ânion do nitrogênio, elemento do ***grupo 15*** *(5A).*

Ca2

O 2□

*Cátion do cálcio, elemento do **grupo 2** (2A).*

*Ânion do oxigênio, elemento do **grupo 16** (6A).*

A, 3□

C, □

*Cátion do alumínio, elemento do **grupo 13** (3A).*

*Ânion do cloro, elemento do **grupo 17** (7A).*

Do grupo 14, apenas estanho e chumbo (metais) apresentam razoável tendência a participar de ligação iônica, formando cátions.

Para escrever a fórmula de um composto iônico, é preciso descobrir qual a carga do íon estável formado pelos elementos presentes e levar em conta que a carga total do composto é nula.

o de 1998.eir

x□

y□

O cátion é escrito

Cátion

Ânion

à esquerda e o

y

x

ânion, à direita

*O módulo da carga de um íon é chamado de **valência** desse íon. Assim, por exemplo, Na□*

é um cátion monovalente; O 2□ é um ânion bivalente; e A, 3□ é um cátion trivalente.

Por exemplo:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2

3

2

odução pr

Ca

F

V CaF2

A

O

V A2O3

Repr

1

2

2

3

HidrOGêniO nãO É metAl!

O hidrogênio apresenta apenas 1 elétron. Para ficar com eletrosfera de gás nobre (igual à do hélio, que possui 2 elétrons), ele precisa receber 1 elétron. ***Assim, em ligação iônica, o hidrogênio apresenta carga negativa*** *.*

Composto de

Na

H

Na

H

fórmula NaH

1

1

Apesar de estar localizado no grupo 1 da tabela periódica, o hidrogênio assemelha-se muito mais aos halogênios, pois apresenta tendência a, como eles, receber elétrons. O hidrogênio ***não*** *é um metal alcalino. O íon H□ é chamado de* ***íon hidreto****.*

H

2

Composto de

Ca

Ca

H

fórmula CaH2

H

1

2

147

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

A tabela periódica é um instrumento de consulta!

Resolução

Utilizando o diagrama das diagonais, temos:

Exercício Resolvido

16S: 1s22s22p63s23p4

1. *(UFSM-RS-modificado) O amianto, conhecido*

16S: K–2 L–8 M–6

não metal do grupo 16 (6A)

também como asbesto, é um material constituído

por fibras incombustíveis. Foi empregado como

20Ca: 1s22s22p63s23p64s2

matéria-prima na fabricação de materiais isolantes

usados na construção civil, como o fibrocimento.

20Ca: K–2 L–8 M–8 N–2

metal do grupo 2 (2A)

O uso dessas fibras foi proibido, pois estudos con-

Agora podemos prever a carga dos íons: o enxofre

firmaram os efeitos cancerígenos desse material,

forma ânion bivalente S2□ e o cálcio forma cátion

principalmente sobre o sistema respiratório.

bivalente Ca2□.

Entre seus componentes, além do SiO2, estão o

Assim:

óxido de magnésio (MgO) e o óxido de alumínio

2

2

(A,2O3).

Ca

S

V CaS

Em relação ao composto MgO, analise as afirmativas:

1

1

I. A ligação entre o magnésio e o oxigênio se dá

Perceba que o cátion é escrito antes do ânion. Note

por transferência de elétrons, sendo classifica-

também que os índices são 1 e 1 e ***não*** *2 e 2.*

o de 1998.eir

da como ligação iônica.

II. Os átomos não alcançam a configuração de gás

nobre após a ligação.

3. *(Fecolinas-TO/Fundeg-MG) Sabendo que o número*

III. Após a ligação entre os átomos de magnésio e

atômico do cálcio é 20 e do cloro é 17, a fórmula de

oxigênio, há formação de um cátion Mg2 e um

um provável composto entre esses dois elementos

ânion O2.

será:

Está(ão) correta(s):

a) *CaC,3*

c) *Ca2C,2*

e) *CaC,2*

a) *apenas I.*

d) *apenas I e II.*

b) *CaC,*

d) *Ca3C,2*

b) *apenas II.*

e) *apenas I e III.*

4. *(UCDB-MS) Para adquirir configuração eletrônica de*

c) *apenas III.*

gás nobre, o átomo de número atômico 16 deve:

a) *perder dois elétrons.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Resolução

b) *receber seis elétrons.*

I é ***correta****, pois o magnésio (metal) e o oxigênio (não*

c) *perder quatro elétrons.*

odução pr

metal) estabelecem ligação iônica. O magnésio é

Repr

d) *receber dois elétrons.*

do grupo 2 (2A) da tabela periódica e forma cátion

e) *perder seis elétrons.*

bivalente (Mg2□). O oxigênio é do grupo 16 (6A) e

forma ânion bivalente (O2□).

5. *(UFRJ) Quando íons de cargas opostas, formados por II é* ***incorreta****. A eletrosfera do cátion 12Mg2□*

elementos do grupo 1 (IA) e do grupo 17 (VIIA), são

e a do ânion 8O2□ têm configuração eletrônica

aproximados, ocorre uma forte atração entre eles e

1s2

grande quantidade de energia é liberada. Essa força

2s2 2p6, idêntica à do gás nobre 10Ne. Como

a afirmação diz que os átomos ***não*** *alcançam*

de atração é chamada:

a eletrosfera de gás nobre, concluímos que ela

a) *ligação covalente.*

d) *ligação hidrogênio.*

está incorreta.

b) *ligação iônica.*

e) *forças de van der Waals.*

III é ***correta****. Como foi dito, o magnésio é do*

c) *ligação dativa.*

grupo 2 (2A) da tabela periódica e forma cátion

bivalente, e o oxigênio é do grupo 16 (6A) e forma

6. *(Unifenas-MG) Os elementos* ***X*** *e* ***Y****, do mesmo período ânion bivalente.*

da tabela periódica, têm configurações eletrônicas

Alternativa ***e****.*

s2p5 e s1, respectivamente, em suas camadas de

valência.

a) *A que grupos da tabela periódica pertencem os* ***Exercício Resolvido***

elementos ***X*** *e* ***Y****?*

b)

2.

Qual será a fórmula do composto constituído pe-

Preveja a fórmula do composto resultante da união

los elementos ***X*** *e* ***Y****? E o tipo de ligação formada?*

dos elementos 16S e 20Ca.

Justifique suas respostas.

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

7. *(Cesgranrio-RJ) Um elemento E tem, na sua camada*

de valência, a configuração 4s24p4. Sobre o elemento

E, é falso afirmar que:

a) *pertence à família dos calcogênios na tabela pe-*

riódica.

b) *está localizado no quarto período, grupo 6A da*

tabela periódica.

c) *é um elemento representativo na classificação pe-*

riódica.

d) *tende a receber 2 elétrons e formar o íon E2*□

9. *(UFV-MG) Os compostos formados pelos pares*

Mg e C,; Ca e O; Li e O; K e Br

possuem fórmulas cujas proporções entre os cátions

e os ânions são, respectivamente:

Números atômicos: Li (Z 5 3); O (Z 5 8); Mg (Z 5 12);

C, (Z 5 17); K (Z 5 19); Ca (Z 5 20); Br (Z 5 35)

a) *1 : 1 2 : 2 1 : 1 1 : 2*

b) *1 : 2 1 : 2 1 : 1 1 : 1*

c) *1 : 1 1 : 2 2 : 1 2 : 1*

d) *1 : 2 1 : 1 2 : 1 1 : 1*

e) *forma com elementos X do grupo 1A compostos*

e) *2 : 2 1 : 1 2 : 1 1 : 1*

iônicos de fórmula XE2.

10. *(UFRRJ) Os telefones celulares, telefones sem fio,* ***8.*** *(Ufes) Para cada um dos seguintes pares de elemen-relógios, controles remotos, são alguns dos equipa-*

tos químicos, os números relativos de átomos de

mentos que funcionam com baterias à base de Lítio

cada elemento que constituiriam o composto iônico

(Li). Considerando o íon Li□ e a posição do elemento na

resultante são, respectivamente:

tabela periódica, é ***incorreto*** *afirmar que esse íon:*

Li e O, Ca e S, Mg e Br, Ba e H

a) *apresenta 1 nível completamente preenchido.*

b) *tem um núcleo com 3 prótons.*

a) *1 : 2, 1 : 1, 1 : 1, 2 : 1*

c) *tem a mesma configuração eletrônica que o átomo*

b) *2 : 1, 1 : 1, 2 : 1, 2 : 1*

de Hélio.

c) *1 : 6, 2 : 6, 2 : 7, 2 : 1*

d) *apresenta números iguais de prótons e elétrons.*

o de 1998.eir

d) *2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 2*

e) *quando se liga com o íon cloreto, forma um com-*

e) *1 : 6, 1 : 3, 2 : 7, 1 : 2*

posto iônico.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

11. *(UFRGS-RS) Ao se compararem os íons K□ e Br□ com os* ***14.*** *(UFPA) Sejam os elementos X, com 53 elétrons, e Y, respectivos átomos neutros de que se originaram, pode-com 38 elétrons. Depois de fazermos a sua distri-*

-se verificar que:

buição eletrônica, podemos afirmar que o composto

a) *houve manutenção da carga nuclear de ambos os*

mais provável formado pelos elementos é:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

íons.

a) *YX2*

c) *Y2X3*

e) *YX*

b) *Y*

odução pr

b) *o número de elétrons permanece inalterado.*

3X2

d) *Y2X*

Repr

c) *o número de prótons sofreu alteração em sua quan-*

15. *(UCDB-MS) Um elemento de configuração*

tidade.

1s2 2s2 2p6 3s2 3p5 possui forte tendência para:

d) *ambos os íons são provenientes de átomos que*

a) *perder 5 elétrons.*

d) *ganhar 2 elétrons.*

perderam elétrons.

b) *perder 1 elétron.*

e) *ganhar 1 elétron.*

e) *o cátion originou-se do átomo neutro a partir do*

c)

recebimento de um elétron.

perder 2 elétrons.

12.

16. *(PUC-MG) Dois íons apresentam a configuração ele-*

(UFMG) A maioria dos elementos químicos são metais.

trônica 1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6.

Comparando-se as características de metais e de não

Indique a opção ***incorreta****:*

metais situados em um mesmo período da tabela pe-

riódica, é ***CORRETO*** *afirmar que os átomos de metais*

a) *Originam-se de elementos de colunas diferentes.*

têm:

b) *Os elementos de origem são gases nobres.*

a) *menores tamanhos.*

c) *Apresentam números atômicos diferentes.*

b) *maior eletronegatividade.*

d) *São isoeletrônicos.*

c) *menor número de elétrons de valência.*

e) *Podem ser de períodos diferentes.*

d) *maiores energias de ionização.*

Exercício Resolvido

13. *(Vunesp) Com base na distribuição eletrônica, o* ***17.*** *(FEI-SP) Um elemento metálico forma um óxido*

elemento de número atômico 19 combina-se mais

de fórmula MO

facilmente, formando um composto iônico, com o

2. A fórmula de seu cloreto será,

provavelmente:

elemento de número atômico:

***a)** MC, **b)** MC,*

***a)** 11*

***b)** 17*

***c)** 18*

***d)** 20*

***e)** 27*

*2 **c)** MC,3 **d)** MC,4 **e)** MC,5*

149

Resolução

a) *raio iônico.*

b) *carga elétrica.*

Da fórmula do óxido deduz-se que o cátion do

c) *número de prótons.*

metal M é ***tetravalente****, M4□.*

d) *energia de ionização.*

MO2 V (M4□)1(O2□)2

e) *número de elétrons.*

Assim, na ligação com cloro, temos:

(M4□)

19. *(Fuvest-SP) Os átomos dos metais alcalino-terrosos 1(C,□)4 V MC,4*

Alternativa ***d.***

(M) apresentam dois elétrons em sua camada de

valência. É de prever que os óxidos e os cloretos

desses metais tenham, respectivamente, as fórmulas

18. *(Fuvest-SP) Dois metais, designados X e Y, reagem mínimas:*

com cloro formando os compostos iônicos XC, e YC,.

a) *MO e MC,2*

d) *MO2 e MC,4*

Os íons dos elementos X e Y devem, portanto, possuir

b) *MO e MC,*

e) *M2O e MC,2*

igual:

c) *MO2 e MC,*

4 Ligação c ovalente

4.1 Compartilhamento de elétrons e ligação covalente

O átomo de cloro (Z 5 17) precisa de mais 1 elétron para adquirir eletrosfera TINSTOck

o de 1998.

semelhante à do gás nobre argônio (Z 5 18).

eir

Spl/lA

T pHOTOGRApHy/

17

C,: 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5

17 C,: K–2 L– 8 M–7

Foi proposto que, na substância C,2, os átomos se mantêm unidos porque suas ANdREw lAmbER

eletrosferas ***compartilham*** *alguns elétrons da última camada. Compartilhar, nesse caso, significa que alguns elétrons* ***passam a fazer parte da camada de valência dos dois átomos ligados****. Compartilhando elétrons, eles* ***passam a ter eletrosfera semelhante à de gás nobre.*** *Na representação seguinte, as bolinhas pretas representam os elétrons da camada de valência.*

representação dos

representação da

molécula de

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

C

C

C C

átomos isolados

cloro (c, 2)

odução pr

Representação do compartilhamento de elétrons entre os átomos que formam a substância C,

Repr

2. ***Apenas*** *os elétrons da camada de valência foram indicados (por meio de bolinhas pretas).*

Vamos examinar agora os casos das substâncias H2, O2 e N2.

AdIlSON SEccO

1H: 1s1 ***um elétron na camada de valência***

8O: 1s2 2s2 2p4 ***Seis elétrons na camada de valência***

 Modelo que representa o

7N: 1s2 2s2 2p3 ***cinco elétrons na camada de valência***

gás cloro. Cada átomo está

representado por uma esfera

representação

em cor fantasiosa. Duas

representação dos

H

H

H H

da molécula

esferas juntas representam

átomos isolados

de hidrogênio (H2)

uma molécula C,2.

representação

representação dos

O

O

O O

da molécula

átomos isolados

de oxigênio (O2)

representação dos

representação

N

N

N N

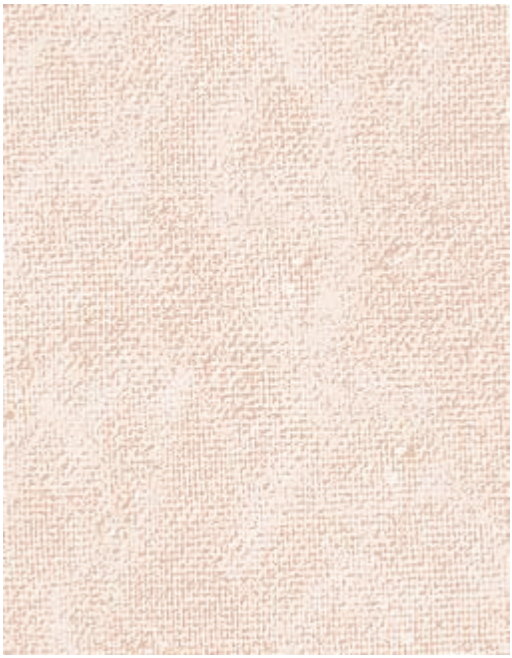
átomos isolados

da molécula

de nitrogênio (n2)

Representação do compartilhamento de elétrons entre os átomos que formam as substâncias H2, O2 e N2. ***Apenas*** *os elétrons da camada de valência foram indicados (por meio de bolinhas pretas).*

150



Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

Quando átomos se unem por compartilhamento de elétrons, dizemos que entre eles se estabelece ***ligação covalente****. Os grupos de átomos unidos por ligação Nas moléculas de C,2*

covalente são denominados ***moléculas****. As substâncias formadas por moléculas e de H2 diz-se que há*

são denominadas ***substâncias moleculares****.*

uma ***ligação covalente***

simples*. Na molécula*

Três maneiras distintas de representar uma molécula são a ***fórmula molecular****, de O*

a ***fórmula eletrônica*** *(ou* ***fórmula de lewis****) e a* ***fórmula estrutural****, na qual cada 2 diz-se que há duas*

ligações covalentes ou

par de elétrons compartilhado é representado por meio de um tracinho.

uma ***ligação covalente***

Fórmula molecular

H

dupla*. E na molécula*

2 O2 N2 C,2

de N2 diz-se que há três

ligações covalentes ou

Fórmula eletrônica

H H

O

O

N N

C C

uma ***ligação covalente***

tripla*.*

Fórmula estrutural

H k H

O l O N m N C, k C,

A

C

cHOIcE/GETTy ImAGES

o de 1998.eir

GEORGE dIEbOld/pHOTOGRApHER'S

RuSS bISHOp/AGE/kEySTOck kEySTONE

pAmINA pHOTO/AGE/kEySTOck kEySTONE

Muitos materiais modernos e resistentes são constituídos por substâncias em que há ligação covalente. É o caso dos poliésteres e das poliamidas, materiais que podem ser empregados na confecção de barracas A, parapentes e asas-delta C.

tabela 3

Outros exemplos de substâncias em que há ligações do tipo covalente elemento(s)

Fórmula de lewis

Fórmula estrutural

Flúor

F

F

F

F

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Bromo

Br Br

Br

Br

odução pr

Repr

Iodo

I

I

I

I

Carbono e oxigênio

O

C

O

O

C

O

H

O

Oxigênio e hidrogênio

H O

H

H

H N H

H

N

H

Nitrogênio e hidrogênio

H

H

H

H

Carbono e hidrogênio

H C H

H

C

H

H

H

C

C

Carbono e cloro

C C C

C

C

C

C

C

4.2 Ligações covalentes adicionais usando par eletrônico de um mesmo átomo

Considere o composto de fórmula molecular SO2, um poluente atmosférico comum nas grandes cidades.

O

S

O S

representação dos

representação da

átomos isolados

molécula de SO2

O

O

Representação do compartilhamento de elétrons entre os átomos que formam a substância SO2. ***Apenas*** *os elétrons da camada de valência foram indicados (por meio de bolinhas pretas).*

Como você pode perceber, uma dessas ligações foi feita por meio do compartilhamento de dois elétrons provenientes de apenas um dos átomos envolvidos, o enxofre. Na teoria do octeto não há restrição alguma a isso.

Uma ligação covalente pode ser estabelecida com um par de elétrons compartilhado, qualquer que seja a origem desse par de elétrons.

o de 1998.eir

Um exemplo semelhante ao do SO2 é o da molécula de ozônio (O3):

Fórmula molecular

SO2 O3

O

S

O O

Fórmula eletrônica

O

O

Fórmula estrutural

O

S

O

O

O

O

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Alguns livros de ensino médio *costumam chamar a ligação covalente em que ambos os elétrons "vieram" de um só átomo de "****ligação coordenada****" ou "****ligação dativa****" e representá-la odução pr*

por uma seta na fórmula estrutural.

Repr

O

S

representação usada *O*

O

por alguns autores

para a " ligação dativa*"*

O

O

Na Química universitária, o modelo da "ligação dativa" ***não*** *é empregado (na verdade, é abominado). Isso porque não é necessário, ao escrever uma fórmula eletrônica, esclarecer de que átomo "vieram" os elétrons. Por isso, optamos, nesta obra, por* ***não*** *dar ênfase à terminologia*

*"****ligação dativa****" nem à sua representação por meio de uma seta. Também optamos por não estabelecer distinção, na fórmula eletrônica, entre os elétrons que "vieram" de cada um dos átomos.*

4.3 Escrevendo a fórmula de um composto molecular

A ligação covalente é típica das substâncias que contêm em sua composição elementos não metálicos e/ou semimetálicos. O número de ligações covalentes depende da posição do elemento na tabela periódica, pois está relacionado ao número de elétrons na camada de valência.

Veja exemplos no esquema a seguir.

152

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

Grupo

18

H

Grupo

Grupo

Grupo

Grupo

14

15

16

17

1 covalente

permite

X

X

X

X

ficar com

eletrosfera

semelhante

4 covalentes

3 covalentes

2 covalentes

1 covalente

à do He

permitem

permitem

permitem

permite

completar o octeto

completar o octeto

completar o octeto

completar o octeto

H

H

C

H

H

N

H

H

S

H

C,

H

H

H

H

X

X

X

es

C

O

o de 1998.eir

H

1 par de e–

2 pares de e–

3 pares de e–

permite

permitem

permitem

Gases nobr

1 ligação adicional

2 ligações adicionais

3 ligações adicionais

(octeto completo)

O

O

O

H

C

N

H

O

N

H

O

S

O

H

H

O

C,

O

O

O

O

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ou

ou

ou

odução pr

O

O

Repr

O

O

C

O

H

O

N

H

O

S

O

H

H

O

C,

O

O

O

O

4.4 Algumas exceções ao octeto

Atualmente, os químicos têm conhecimento da existência de muitas moléculas que não obedecem à regra do octeto. Berílio (Be) e boro (B) aparecem, em algumas moléculas, com o octeto incompleto. Apesar de pertencerem a grupos nos quais outros elementos tendem a formar cátions em ligações iônicas, esses dois elementos fazem ligação covalente. ***O berílio é frequentemente encontrado com 4 elétrons na camada de valência, e o boro, com 6****.*

F

note que são quatro elétrons na

camada de valência do berílio e

F Be F

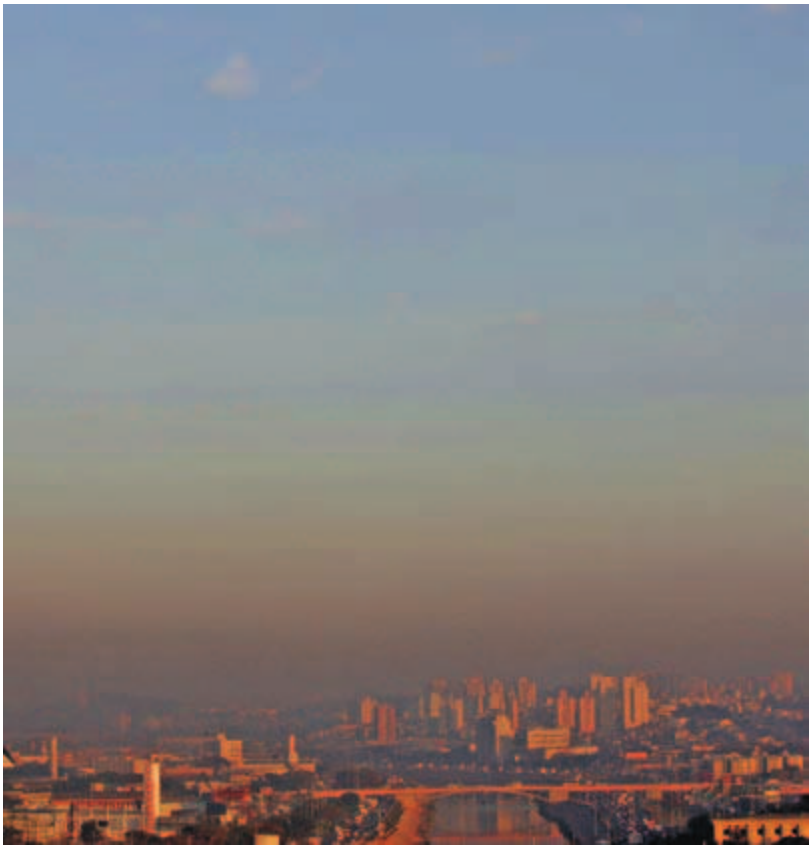
B

seis na do boro.

F

F

Duas outras exceções ao octeto são alguns compostos de enxofre e de fósforo, nos quais eles aparecem com mais de 8 elétrons na camada de valência.



É relativamente comum encontrar o fósforo com dez elétrons na camada *AdO*

de valência e o enxofre com doze.

C

C,

F

F

note que são dez elétrons na

C

C,

C

C,

P

F

S

F

camada de valência do fósforo e

P

doze na do enxofre.

C□C, C□C,

F

F

Três exceções ainda mais interessantes à regra do octeto são os compostos jOSé luíS dA cONcEIçãO/AGêNcIA EST

NO, NO2 e C,O2, em cujas moléculas aparecem átomos com número ímpar de elétrons na camada de valência. Esses três compostos apresentam alta tendência a reagir quimicamente, transformando-se em compostos mais estáveis.

N

O

O N

O

O C□ O

note que, nestas estruturas, nitrogênio e cloro estão com um elétron desemparelhado, isto é, um elétron sem outro com o qual componha um par.

□ *A substância NO2 aparece no ar como*

consequência do trânsito intenso de

Outros modelos mais modernos já foram criados para tentar explicar os automóveis. Trata-se de um sério poluente

casos em que a regra do octeto falha. Entretanto, devido à sua complexidade, dos grandes centros urbanos. A coloração

castanha que vemos sobre a cidade, na foto,

eles não serão comentados neste livro.

se deve, em parte, ao NO2. São Paulo, SP,

o de 1998.

2006.

eir

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

A tabela periódica é um instrumento de consulta!

c) *potássio (grupo 1, ou 1A) e enxofre (grupo 16,*

ou 6A) estabelecem ligação ***iônica****:*

Exercício Resolvido

(K□)2(S2□)1 ⇒ K2S

20. *Baseado nas posições dos elementos na tabela*

d) *nitrogênio (grupo 15, ou 5A) e cloro (grupo 17,*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

periódica, preveja a fórmula do composto químico

ou 7A) estabelecem ligação ***covalente****:*

formado pelos seguintes pares de elementos quí-

C,

N

C,

odução pr

micos:

⇒ NC,

Repr

3

***a)** carbono e bromo.*

***d)** nitrogênio e cloro.*

C,

***b)** magnésio e cloro.*

***e)** silício e cloro.*

***e)** silício (grupo 14, ou 4A) e cloro (grupo 17, ou*

***c)** potássio e enxofre.*

***f)** fósforo e flúor.*

*7A) estabelecem ligação **covalente**:*

Resolução

C,

***Metal** e **não metal** tendem a se unir por **ligação iônica**.*

C,

Si

C, ⇒ SiC,4

***Não metal** e **não metal** (ou **semimetal**) tendem a se unir por **ligação covalente**.*

C,

Assim:

***f)** fósforo (grupo 15, ou 5A) e flúor (grupo 17, ou*

***a)** carbono (grupo 14, ou 4A) e bromo (grupo 17,*

*7A) estabelecem ligação **covalente**:*

*ou 7A) estabelecem ligação **covalente**:*

F

P

F

Br

⇒ PF3

F

Br

C

Br ⇒ CBr4

Br

***21.** (FEI-SP) A fórmula N m N indica que os átomos de*

***b)** magnésio (grupo 2, ou 2A) e cloro (grupo 17,*

nitrogênio estão compartilhando três:

*ou 7A) estabelecem ligação **iônica**:*

***a)** prótons.*

***d)** pares de nêutrons.*

(Mg2□)

b) *elétrons.*

e) *pares de elétrons.*

1(C, □)2 ⇒

MgC,2

c) *pares de prótons.*

154

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

22. *Escreva as fórmulas eletrônica e estrutural dos*

29. *(PUC-RJ) As fórmulas dos hidretos de alguns amecompostos que apresentam as seguintes fórmulas*

tais e semimetais estão apresentadas a seguir: A,H3,

moleculares:

SiH4, PH3, GaH3, AsH3, InH3, SnH4, SbH3. Com base

a) *CH4*

e) *HBr*

nesses dados e com o auxílio da tabela periódica,

b) *NH*

pode-se dizer que a fórmula correta para o hidreto

3

f) *H2S*

c) *PC,*

de germânio será:

3

g) *OF2*

d) *CHC,*

a) *GeH*

d) *GeH*

3

h) *CO2*

2

b) *GeH*

23. *(Unirio-RJ) O dióxido de carbono (CO*

3

e) *GeH4*

2) é um gás

essencial no globo terrestre. Sem a presença deste

c) *GeH5*

gás, o globo seria gelado e vazio. Porém, quando ele

Exercício Resolvido

é inalado em concentração superior a 10%, pode levar

o indivíduo à morte por asfixia. Esse gás apresenta

30. *Escreva a fórmula estrutural de C2H6.*

em sua molécula um número de ligações covalentes

igual a:

Resolução

a) *4*

c) *2*

e) *0*

Como sabemos que o carbono faz quatro ligações e

b) *1*

d) *3*

o hidrogênio apenas uma, concluímos que ambos

os carbonos devem estar ligados entre si nessa

24. *(UFRJ) Os elementos químicos que apresentam a*

molécula. Assim:

última camada eletrônica incompleta podem alcan-

H

H

çar uma estrutura mais estável unindo-se uns aos

outros.

H

C

C

H

o de 1998.eir

a) *De que forma se podem ligar dois átomos que*

H

H

precisem ganhar elétrons?

b) *Dois elementos situam-se um no segundo período*

e subgrupo 4A, e outro no terceiro período e sub-

31. *Escreva a fórmula estrutural dos seguintes compostos: grupo 7A da tabela periódica. Qual será a fórmula*

a) *C*

provável do composto por eles formado?

2H4

d) *CH2O*

b) *C2H2*

e) *HCN*

25. *(Vunesp) Considere as espécies químicas Br2 e KBr.*

c) *CH*

Dados os números de elétrons na camada de valência,

4O

f) *COC,2*

K 5 1 e Br 5 7, explique, justificando, o tipo de liga-

32. *(UEL-PR) As estruturas representadas a seguir, para ção que ocorre entre os átomos de:*

as moléculas de H2O, HCHO, NH3, CO2 e C2H4, estão

a) *bromo, no Br*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2

corretas, quanto às ligações, EXCETO:

b) *potássio e bromo, no KBr*

a) *O*

H

d) *O l C l O*

odução pr

26. *(PUC-MG) O elemento flúor forma compostos com*

Repr

H

hidrogênio, carbono, potássio e magnésio, respecti-

vamente. Os compostos covalentes ocorrem com:

O

a)

b)

H e Mg

d) *H e C*

H

C

e) *H k C m C k H*

H

b) *H e K*

e) *K e Mg*

c) *C e Mg*

c) *H*

N

H

27. *(Uece) Átomos do elemento X, que apresentam a*

H

distribuição eletrônica 1s2 2s2 2p6 3s2 3p5:

33. *Escreva as fórmulas eletrônica e estrutural dos*

a) *pertencem à família dos calcogênios.*

com postos que apresentam as seguintes fórmulas

b) *formam facilmente, com o carbono, o composto*

moleculares:

CX2

a) *SO*

c) *formam o íon X*□

2

c) *O3*

b) *SO*

d) *apresentam cinco níveis de energia.*

3

28. *(UCSal-BA) Ao formar ligações covalentes com o hi-34. (UFV-MG) Escreva a fórmula estrutural para cada drogênio, a eletrosfera do silício adquire configuração*

fórmula molecular representada a seguir:

de gás nobre. Com isso, é de se esperar a formação

a) *CH5N*

c) *C2C,2F4*

da molécula:

b) *CO2*

a) *SiH*

c) *SiH3*

e) *SiH5*

Números atômicos:

b) *SiH2*

d) *SiH4*

C 5 6; H 5 1; N 5 7; O 5 8; C, 5 17; F 5 9

155

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

35. *(Esal-MG) O número máximo de ligações coordena-*

c) *CO2, NH4OH, HC,O2, H2SO4*

das ou dativas que o cloro pode efetuar é igual a:

d) *HC,O3, HNO2, H2CO3, SO2*

a) *1*

b) *2*

c) *3*

d) *4*

e) *5*

e) *HC,, HNO3, HCN, SO3*

36. *(UEL-PR) Qual o número total de elétrons na molécula* ***41.*** *(UEL-PR) O ozônio próximo à superfície é um po-do flúor (F2)?*

luente muito perigoso, pois causa sérios problemas

a) *8*

b) *9*

c) *10*

d) *18*

e) *19*

respiratórios e também ataca as plantações através

37. *(UFS-SE) Qual o número total de elétrons em torno do da redução do processo da fotossíntese. Um possível*

núcleo do átomo de arsênio na substância AsC

mecanismo que explica a formação de ozônio nos

,3?

a) *36*

b) *33*

c) *18*

d) *10*

e) *8*

grandes centros urbanos são os produtos da poluição

causada pelos carros, representada pela equacão

38. *(Ufal) Cada átomo de F (Z 5 9) possui 7 elétrons na química a seguir:*

camada de valência. Átomos de F não são estáveis nas

NO2 (g) O2 (g) # NO (g) O3 (g)

condições ambientes de P e T. Unem-se facilmente

Estudos experimentais mostram que essa reação

formando a molécula F2, com ligação por 1 par de

ocorre em duas etapas:

elétrons en tre átomos. Sendo assim, o número total

de elétrons que circundam cada átomo de F, na mo-

I. NO2 (g)

Luz

@#

NO (g) O (lenta)

lécula F2, é:

II. O2 (g) O

@# O3 (g) (rápida)

***a)** 18*

***b)** 14 **c)** 12 **d)** 10 **e)** 2*

Com relação às espécies químicas envolvidas nas

o de 1998.

reações de formação do ozônio no ar atmosférico, é

eir

***39.** (Cesgranrio-RJ) Das espécies químicas abaixo, indique aquela que não obedece à regra do octeto.*

correto afirmar:

***a)** MgBr*

***a)** As substâncias NO*

2

c) *CO2*

e) *SO2*

2 e NO apresentam número

b) *BF*

ímpar de elétrons.

3

d) *NaC,*

b) *O*

40. *(PUC-PR) Qual das seguintes séries contém todos os 2 e O3 são substâncias compostas.*

compostos covalentes, cuja estabilização ocorre sem

c) *O3 é menos reativo que O2 por ser mais iônico.*

que atinjam o octeto?

d) *O oxigênio atômico é muito estável e por isso ataca* ***a)*** *BeC,*

com facilidade o O

2, BF3, H3BO3, PC,5

2.

b) *CO, NH3, HC,O, H2SO3*

e) *O NO2 apresenta três ligações covalentes simples.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5 Ligação m etálica

odução pr

Repr

5.1 O que é corrente elétrica?

• ***AtEnção***

Na experiência des

***corrente elétrica** é um fluxo ordenado de cargas elétricas em movimento.*

crita, foi utilizada uma

pilha de 1,5 V, como

indicado na foto.

Os cientistas descobriram que a corrente elétrica que passa através de um metal A eventual realiza

(como os fios de cobre do circuito abaixo) consiste num movimento ordenado de elé-ção desse experimento

trons (que possuem cargas elétricas negativas). A passagem de corrente elétrica pelo só deve ocorrer com

filamento da lâmpada faz com que esse filamento se aqueça e, consequentemente, autorização e supervisão do(a) professor(a),

emita luz.

para evitar acidentes

envolvendo corrente

elétrica.

Fio de

e–

Lâmpada

cobre

adequada

AlIESTRA/cId

para 1,5 V

AdIlSON SEccO

e–

e–

e–

O fl uxo de elétrons c

b O fi lamento da

e–

(simbolizados por e)

EduARdO SANT

e–

lâmpada, aquecido

no circuito metálico

e–

e– e–

pela passagem

constitui uma corrente

de corrente

elétrica. (Esquema

elétrica, fi ca

fora de proporção.)

Pilha de 1,5 V

incandescente.

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

5.2 Ligação metálica e o modelo do mar de elétrons

Íons Ag+ fixos

Uma vez que os metais são bons condutores de corrente elétrica, é de esperar que eles possuam em sua estrutura ***elétrons livres*** *para se movimentarem.*

Essa é uma das evidências que conduziram à elaboração do modelo da ligação química existente nos metais.

AdIlSON SEccO

Como já vimos, os núcleos dos elementos classificados como metais não exercem uma atração muito grande sobre os elétrons da sua última camada.

Elétrons "soltos" com

livre movimentação por

Por isso, possuem alta tendência a perder elétrons. Dessa forma, os

cientistas todo o metal

admitem que um metal sólido é constituído por átomos metálicos em posições

◆ Esquematização do modelo do "mar

ordenadas com seus elétrons de valência livres para se movimentarem por de elétrons" para a prata metálica.

todo o metal. Assim, temos um "amontoado" organizado de íons metálicos (Esquema fora de proporção,

em cores fantasiosas.)

positivos mergulhados num "mar de elétrons" livres. Esse é o chamado ***modelo do mar de elétrons****, que explica a condutividade elétrica dos metais. Ele está representado no esquema da figura ao lado.*

A

Assim como a presença dos elétrons entre dois átomos os mantém unidos TINSTOck

numa ligação covalente, é a presença do mar de elétrons que mantém os átomos metálicos unidos, em um tipo de ligação química denominada ***ligação metálica****.*

Contudo, num pedaço de metal, os átomos não se encontram com o octeto completo. A regra do octeto ***não*** *é satisfatória para explicar a ligação metálica.*

mANFREd kAGE/Spl/lA

◆

o de 1998.

Se ampliarmos um pedaço de metal, veremos algo como o que aparece eir

na figura A, ao lado: um mosaico composto de vários pedacinhos do metal.

□

Cada um deles consiste num pequeno ***retículo cristalino metálico*** *formado por milhares de milhões de átomos (a junção de três desses retículos está esquematizada na figura □).*

Levando isso em conta, um pedaço de ferro, por exemplo, deveria ser re-
AdIlSON SEccO

presentado por Fen, em que ***n*** *representa um número de átomos de ferro muito grande presente nesse pedaço. Contudo os químicos, para simplificar, representam um pedaço de metal apenas pelo símbolo do elemento; no caso, Fe.*

A Visão ao microscópio do

corte de um pedaço de metal.

Cada cristal aparece com uma

5.3 Ligas metálicas

tonalidade diferente devido à técnica

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

fotográfi ca utilizada. Ampliação de

Ouro 18 quilates, bronze, latão e aço são materiais que apresentam uma aproximadamente 220 vezes.

odução pr

característica comum: trata-se de ligas metálicas.

Ampliação esquemática

Repr

do encontro entre três cristais

metálicos presentes em um pedaço

ligas metálicas *são misturas sólidas de dois ou mais elementos, da substância. Todas as bolinhas,*

sendo que a totalidade (ou pelo menos a maior parte) dos átomos independentemente da cor,

representam átomos do mesmo

presentes é de elementos metálicos.

metal. Cores diferentes foram

usadas para representar os átomos

O ouro 18 quilates é uma liga de ouro e cobre (e, eventualmente, prata), o que pertencem a cada um dos três

bronze é uma liga de cobre e estanho, o latão é uma liga de cobre e zinco e retículos cristalinos metálicos.

o aço é uma liga de ferro com pequena quantidade de carbono.

TINSTOck

TINSTOck

y/lA

cOREl/STOck pHOTOS

pHOTOllbRAR

lEO mASON/cORbIS/lA

 O ouro 18 quilates é usado em joalheria.

 Sino de bronze.

 Torneira de latão.

157

5.4 Propriedades das substâncias metálicas

• ***brilho característico****. Se polidos, os metais refletem muito bem a luz. Essa propriedade é fácil de ver, por exemplo, em bandejas e espelhos de prata.*

• ***Alta condutividade térmica e elétrica***. *São propriedades que se devem aos elétrons livres.*

Seu movimento ordenado constitui a corrente elétrica e sua agitação permite a rápida propagação do calor através dos metais.

• ***Altos pontos de fusão e de ebulição***. *Em geral, são características dos metais (embora haja exceções, como mercúrio, PF 5 □39 ˚C; gálio, PF 5 30 ˚C; e potássio, PF 5 63 ˚C). Devido a essa propriedade e também à boa condutividade térmica, alguns metais são usados em panelas e em radiadores de automóveis.*

• ***Maleabilidade***. *Metais são muito maleáveis, ou seja, fáceis de transformar em lâminas.*

O metal mais maleável é o ouro, que permite obter as lâminas mais finas (com espessuras da ordem de até 0,00001 cm!).

• ***Ductibilidade***. *Metais também são muito dúcteis, isto é, fáceis de transformar em fios.*

O ouro é também o mais dúctil dos metais, permitindo que se obtenham fios finíssimos (1 g fornece 2.000 m de fio!).

• ***Resistência à tração***. *O ferro, sob a forma de aço, é um exemplo de metal que apresenta grande resistência à tração. Isso significa que, quando se tenta esticar um cabo ou uma barra de ferro, eles suportam uma força muito grande, e só arrebentam se a força ultrapassar determinado valor. Essa propriedade permite sua utilização em cabos de elevadores e em o de 1998.*

construção civil, na mistura com o concreto, formando o chamado ***concreto armado***.

eir

6 Comparando as substâncias iônicas,

moleculares e metálicas

Ao final deste capítulo, tendo estudado os tipos de ligação química interatômica (iônica, covalente e metálica), é importante que você tenha uma visão geral a respeito do assunto, conforme está resumido na tabela 4.

tabela 4

principais propriedades das substâncias estudadas neste capítulo
oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

pontos de fusão e de

estado físico nas

conduz corrente elétrica no:

Substância

ebulição geralmente

condições ambientes

estado sólido?

estado líquido?

odução pr

Iônica

Altos

Sólido

Não

Sim

Repr

Molecular

Baixos

Sólido, líquido ou gasoso

Não

Não

Metálica

Altos

*Sólido**

Sim

Sim

** Exceção relevante é o mercúrio (Hg), que é líquido.*

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

42. *(Fatec-SP) A condutibilidade elétrica dos metais é*

a) *Tem altos pontos de fusão e de ebulição.*

explicada admitindo-se:

b) *Conduz bem a corrente elétrica no estado sólido.*

a) *ruptura de ligações iônicas.*

c) *Forma composto iônico quando se liga ao flúor.*

b) *ruptura de ligações covalentes.*

d) *Pertence à família dos metais alcalino-terrosos.*

c) *existência de prótons livres.*

e) *Tende a receber 2 elétrons quando se liga ao* ***d)*** *existência de elétrons livres.*

oxigênio.

e) *existência de nêutrons livres.*

44. *(UFRN) A ligação entre átomos de elementos de tran-43. (Cesgranrio-RJ) O bário é um metal utilizado em ve-sição é:*

las para motores, em pigmento para papel e em fogos

de artifício. A respeito de algumas características do

a) *iônica.*

c) *metálica.*

bário, escolha a opção incorreta.

b) *covalente.*

d) *coordenada.*

158

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

45. *(UFC-CE) O aço comum é uma liga de:*

d) *alumínio, cobre, tungstênio.*

a) *C □ Zn*

d) *Fe □ C*

e) *estanho, alumínio, cobre.*

b) *Cu □ Zn*

e) *Fe □ Cu*

47. *(Fuvest-SP) As figuras a seguir representam, esque-*

c) *Fe □ A,*

maticamente, estruturas de diferentes substâncias,

46. *(Cefet-PR) Analise as afirmações a seguir:*

à temperatura ambiente:

I. O metal X é leve, sofre pouca corrosão e é bastante

utilizado na construção civil (portões, esquadrias)

e na fabricação de aeronaves (ligas leves).

II. O metal Y forma com o estanho uma liga deno-

AdIlSON SEccO

minada bronze, muito utilizada na fabricação de

(I)

(II)

(III)

monumentos.

III. O metal Z de elevado ponto de fusão é frequen-

Sendo assim, as figuras I, II e III podem representar,

temente utilizado em filamentos de lâmpadas

respectivamente,

incandescentes.

a) *cloreto de sódio, dióxido de carbono e ferro.*

Tais metais são, na ordem:

b) *cloreto de sódio, ferro e dióxido de carbono.*

a) *estanho, cromo, platina.*

c) *dióxido de carbono, ferro e cloreto de sódio.*

b) *zinco, tungstênio, chumbo.*

d) *ferro, cloreto de sódio e dióxido de carbono.*

c) *cobre, estanho, ouro.*

e) *ferro, dióxido de carbono e cloreto de sódio.*

o de 1998.eir

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

48. *(UnB-DF) Com o auxílio da tabela periódica, julgue* ***COMPOSIÇÃO***

os itens a seguir em certos ou errados.

(a) Cu 67%

Zn 33%

1. De acordo com o modelo atômico de Dalton, uma

(b) Cu 90%

Sn 10%

lâmina de aço, ao ser infinitamente dividida,

(c) Fe 98,5%

C 0,5 a 1,5%

Traços Si, S e P

produz elétrons, nêutrons e prótons.

(d) Au 75%

Cu 12,5%

Ag 12,5%

2. O estanho apresenta dois elétrons na sua camada

pode-se afirmar que a única correlação correta entre

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

de valência.

liga e composição encontra-se na opção:

3. Na formação do metal utilizado na fabricação de

a) *I b; II c; III a; IV d.*

odução pr

latas, a estabilidade das ligações entre os átomos

Repr

de ferro pode ser explicada pela teoria do octeto.

b) *I c; II b; III d; IV a.*

c) *I a; II b; III c; IV d.*

4. Maleabilidade é uma propriedade fundamental dos

metais, que justifica a sua aplicação na confecção

d) *I c; II d; III b; IV a.*

de embalagens.

e) *I d; II a; III c; IV b.*

49. *(PUC-MG) As propriedades ductilidade, maleabilida-51. (FUERN) As fórmulas Fe, KF e F2 representam, res-de, brilho e condutividade elétrica caracterizam:*

pectivamente, substâncias com ligações químicas

dos tipos:

a) *cloreto de potássio e alumínio.*

a) *metálica, covalente e iônica.*

b) *cobre e prata.*

b) *iônica, metálica e metálica.*

c) *talco e mercúrio.*

c) *covalente, covalente e metálica.*

d) *grafita e diamante.*

d) *metálica, iônica e covalente.*

e) *aço e P.V.C.*

e) *iônica, iônica e covalente.*

50. *(UFRRJ) As ligas metálicas são formadas pela união de dois ou mais metais, ou, ainda, por uma união entre*

Exercício Resolvido

metais, ametais e semimetais. Relacionando cada tipo

52. *Ouro (Au) e iodo (I2) são substâncias sólidas nas de liga com as composições dadas*

condições ambiente. Comparando o tipo de ligação

LIGA

química existente em cada uma, é possível prever

(I) Aço

(III) Bronze

qual apresenta maior ponto de fusão. Diga qual é

(II) Ouro 18 quilates

(IV) Latão

e explique como chegou a essa conclusão.

159

Resolução

Condução de

Ponto de Ponto de

O ouro é substância ***metálica*** *e o iodo é substância*

Amostra

corrente elétrica

fusão

ebulição

molecular*. Espera-se, portanto, que o ouro apre-*

a 25 ˚C

1.000 ˚C

sente maior ponto de fusão.

A

801 ˚C

1.413 ˚C

isolante

condutor

B

43 ˚C

182 ˚C

isolante

—

m

Comentário:

Apenas para ilustrar a previsão feita, o ponto de

C

1.535 ˚C

2.760 ˚C

condutor

condutor

fusão do ouro é 1.064 ˚C e o do iodo é 114 ˚C.

D

1.284 ˚C

2.250 ˚C

isolante

isolante

Segundo os modelos de ligação química, A, B, C e D

podem ser classificados, respectivamente, como:

53. *Comparando as substâncias de fórmulas HBr e KBr é*

a) *composto iônico, metal, substância molecular,*

possível prever qual apresenta maior ponto de fusão.

metal.

Diga qual é e explique como chegou a essa conclusão.

***b)** metal, composto iônico, composto iônico, subs-*

***54.** Considere as seguintes substâncias:*

tância molecular.

• Oxigênio (O

***c)** composto iônico, substância molecular, metal,*

2)

• Platina (Pt)

metal.

***d)** substância molecular, composto iônico, composto*

• Cloreto de sódio (NaC,)

iônico, metal.

• Cloreto de hidrogênio (HC,)

***e)** composto iônico, substância molecular, metal,*

• Óxido de sódio (Na2O)

composto iônico.

• Zinco (Zn)

o de 1998.

58. *(UFSCar-SP) Considere os seguintes dados obtidos so-eir*

Sobre elas, responda às perguntas.

bre propriedades de amostras de alguns materiais.

a) *Quais delas são iônicas?*

b) *Quais delas são moleculares?*

Volume Temperatura Temperatura

Massa

c) *Quais delas são metálicas?*

Material

(mL, a de fusão (°C)

de ebulição

(g)

d) *Quais delas são* ***certamente*** *sólidas nas condições* ***20 °C)***

(°C)

ambiente?

X

115

100

80

218

e) *Sabe-se que* ***duas*** *dessas substâncias são gasosas Y*

174

100

650

1.120

nas condições ambiente. Quais são?

Z

0,13

100

219

183

f) *Quais delas conduzem corrente elétrica no estado*

sólido?

T

74

100

57 a 51

115 a 120

g) *Quais delas não conduzem corrente elétrica no*

W

100

100

0

100

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

estado sólido, mas conduzem quando no estado

Com respeito a estes materiais, pode-se afirmar que:

odução pr

líquido (fundidas, derretidas)?

a) *a 20 °C, os materiais X e Y estão no estado líquido.*

Repr

h) *Quais delas não conduzem corrente elétrica no*

estado sólido nem no estado líquido?

b) *a 20 °C, apenas o material Z está no estado gasoso.*

c) *os materiais Z, T e W são substâncias.*

55. *(UFF-RJ) Os compostos SiH4, PH3, CS2 e SO3 possuem*

d) *os materiais Y e T são misturas.*

uma característica em comum. Indique a opção que

e) *se o material Y não for solúvel em W, então ele*

identifica esta característica:

deverá flutuar se for adicionado a um recipiente

a) *brilho metálico.*

contendo o material W, ambos a 20 °C.

b) *elevado ponto de ebulição.*

c) *capacidade de conduzir eletricidade.*

59. *(Cefet-AL) O bócio é uma doença ocasionada pelo aumento da glândula tireoide e está associada*

d) *elevada dureza.*

diretamente à falta de iodo (na forma de iodeto)

e) *baixo ponto de fusão.*

na alimentação. Para reduzir os casos da doença

56. *(UFU-MG) Entre as substâncias simples puras cons-é adicionado iodeto de sódio (NaI) ou iodeto de*

potássio (KI) ao sal de cozinha. O tipo de ligação

tituídas por átomos de S, As, Cd, I e Br, a que deve

química observada entre os átomos nesses dois

conduzir melhor a corrente elétrica é a substância:

compostos é:

a) *enxofre.*

d) *iodo.*

a) *Iônica.*

b) *arsênio.*

e) *bromo.*

b) *Covalente.*

c) *cádmio.*

c) *Metálica.*

57. *(PUC-SP) Analise as propriedades físicas na tabela a*

d) *Ponte de hidrogênio.*

seguir.

e) *Força de van der Waals.*

Ligações químicas interatômicas

Capítulo 8

Informe-se sobre a Química

por que algumas substâncias conduzem

corrente elétrica e outras não?

Vamos, agora, explicar a diferença no comportamento dos três tipos de substância (metálica, molecular e iônica) quanto à condutividade elétrica.

As substâncias metálicas conduzem corrente elétrica no estado sólido graças a seus elétrons livres. Quando passam para o estado líquido (isto é, são fundidas, derretidas, sofrem fusão), os elétrons continuam livres para conduzir corrente elétrica.

Íons Ag+ fixos

Retículo cristalino metálico

da prata. (Representação

esquemática, fora de

proporção e em cores

fantasiosas.)

IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

o de 1998.eir

Elétrons "livres" podem

conduzir a corrente elétrica

Prata

Moléculas não possuem carga elétrica total, ou seja, são eletricamente neutras. Assim, as substâncias moleculares não apresentam cargas livres e, portanto, são incapazes de conduzir corrente elétrica.*

Molécula

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Açúcar

odução pr

Repr

IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

Esquema do ***retículo cristalino molecular***

do açúcar. Numa substância molecular

não há cargas livres para conduzir

corrente elétrica.

(Para simplificar, cada molécula foi

esquematizada como uma esfera.

Átomos individuais não foram

representados. Cores fantasiosas.)

Íons são entidades possuidoras de carga elétrica, isto é, não são eletricamente neutros.

Substâncias iônicas conduzem eletricidade no estado líquido, pois, nessas circunstâncias, os íons que as constituem não estão presos num retículo cristalino, mas livres para se movimentarem. No estado sólido, ao contrário, as substâncias iônicas não conduzem a corrente elétrica porque os íons não se encontram livres para se movimentarem. No estado sólido, esses íons estão presos ("travados" no lugar), formando o retículo cristalino iônico, como mostra a figura a seguir.

** Exceção a isso é se a substância molecular estiver no estado gasoso* ***e*** *a uma pressão muito baixa* ***e*** *submetida a uma voltagem muito alta, assunto que não será discutido aqui.*

161

NaC\uFFFD líquido

Íons

(acima de 801°C)

–

+

–

+

+

–

+

–

+

–

+

Num composto iônico

líquido (fundido, derretido)

há cargas livres para

conduzir corrente elétrica:

os íons.

Íons

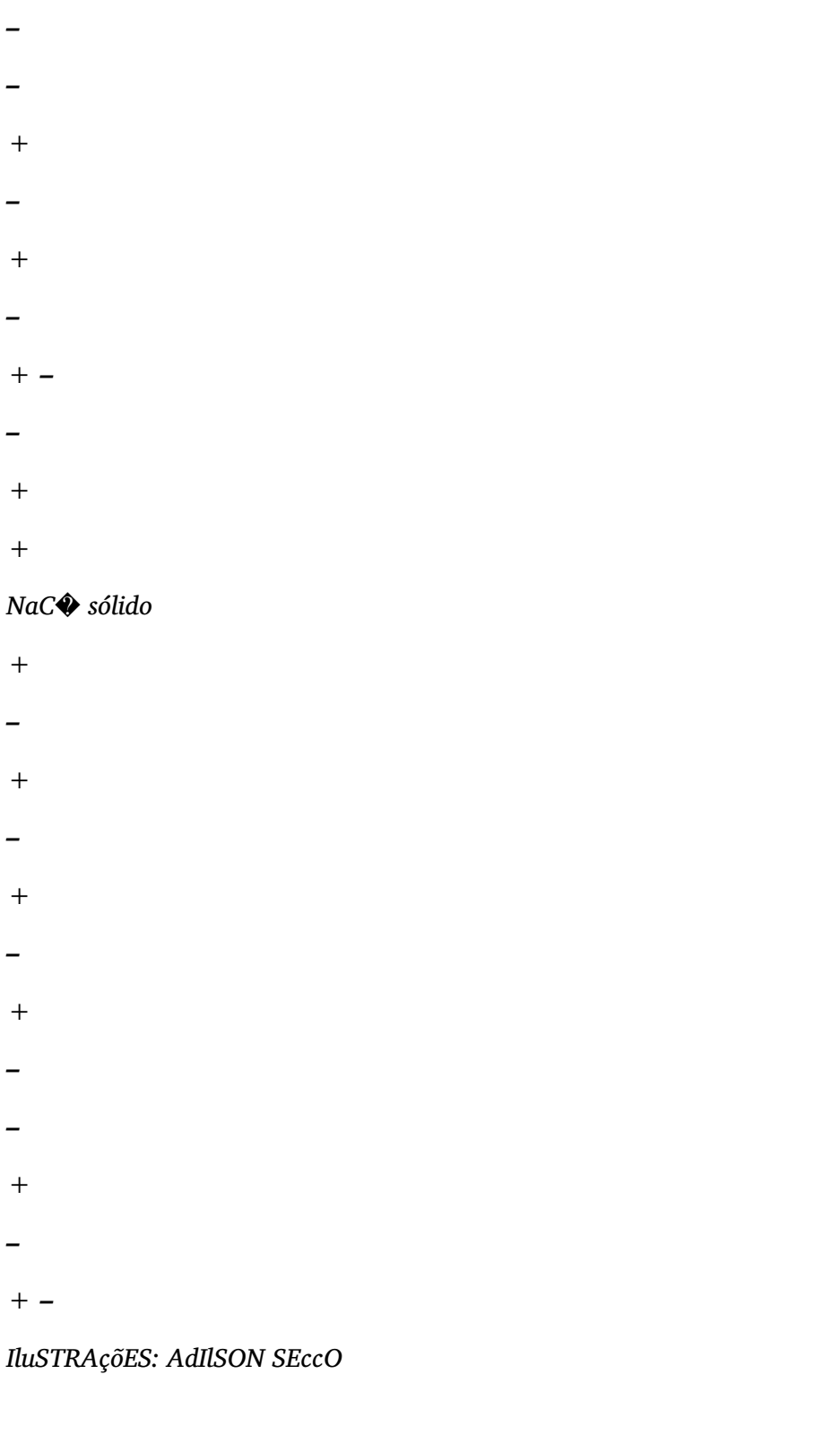
NaC *líquido*

Íons

(acima de 801°C)

–

+



IluSTRAçõES: AdIlSON SEccO

+

–

+

–

+

–

Retículo cristalino iônico *do NaC*.

Num composto iônico

Num composto iônico sólido não há

líquido (fundido, derretido)

cargas livres para conduzir corrente elétrica.

há cargas livres para

Os íons estão presos em suas posições.

conduzir corrente elétrica:

(Representação esquemática, fora de

os íons.

proporção e em cores fantasiosas.)

Você entendeu a leitura?

Íons

Responda em seu caderno

–

+

–

1. *Sabe-se que o cloreto de bário:*

• Óxido de alumínio (A,2O3)

–

+

–

+ –

• é um

NaCsó

lido

sólido branco nas condições ambiente;

• Oxigênio (O2)

+

–

+

–

+

• conduz corrente elétrica quando derretido;

• Óxido de sódio (Na2O)

• não conduz corrente el–étrica

+ qu

– an + do só

– lido.

Sobre elas, responda às perguntas.

o de 1998.

Essa substância é iônica, mo

– lecu

+ lar o

– u metálica?

eir

a) Quais delas são iônicas?

Justifique.

***Retículo cristalino iônico** do NaC*.

Num composto iônico sólido não há

b) Quais delas são moleculares?

***2.** Os químicos determinam que o pentano:*

cargas livres para conduzir corrente elétrica. c) Quais delas são metálicas?

Os íons estão presos em suas posições.

• é um líquido incolor nas condições ambiente;

(Representação esquemática, fora de

d) Quais delas são certamente sólidas nas con-

• não conduz corrente elétrica no estado líquido;

proporção e em cores fantasiosas.)

dições ambiente?

• não conduz corrente elétrica quando solidifi-

e) Sabe-se que três dessas substâncias são

cado.

gasosas nas condições ambiente. Quais são?

Essa substância é iônica, molecular ou metálica?

f) Quais delas conduzem corrente elétrica no

Justifique.

estado sólido?

3. *Estudos revelaram que o paládio:*

g) Quais delas não conduzem corrente elétrica

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• é sólido nas condições ambiente;

no estado sólido, mas conduzem quando no

estado líquido (fundidas, derretidas)?

odução pr

• conduz corrente elétrica quando sólido;

Repr

• conduz corrente elétrica quando derretido.

h) Quais delas não conduzem corrente elétrica no

Essa substância é iônica, molecular ou metálica?

estado sólido nem no estado líquido?

Justifique.

5. *Relacione algumas substâncias presentes em*

4. *Considere as seguintes substâncias:*

sua casa e anote em seu caderno algumas que

• Ferro (Fe)

conduzem corrente elétrica e outras que não

conduzem.

• Cloreto de potássio (KC,)

• Cloreto de hidrogênio (HC

Cite algumas de suas aplicações.

,)

• Água (H2O)

• AtEnção

• Fluoreto de hidrogênio (HF)

Nenhum experimento deve ser feito por conta própria!

• Níquel (Ni)

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

162

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — ligações interatômicas

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Ligação química

pode ser

nos estados

sólido e líquido,

mantém a união

Ligação entre

entre as

1

moléculas

(intermolecular)

pode ser

Ligação metálica

Ligação iônica

2

existe em

existe em

*existe em**

o de 1998.

Substância metálica

Substância iônica

Substância molecular

eir

tem

tem

formada por

Retículo cristalino

3

4

metálico

no estado

nele, há

formado por

sólido

formam

Retículo cristalino

Elétrons livres

Íons

molecular

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

se estiver

se estiver

nas condições

sólida ou

líquida

se estiver

ambientes, seja

devido à

odução pr

devido

líquida

(fundida)

sólida

sólida, líquida

liberdade

aos

Repr

ou gasosa

dos

Conduz corrente

Não conduz

elétrica

corrente elétrica

em geral, tem

em geral, tem

em geral, tem

Baixo

Baixo

devido à

Alto ponto

ponto de

ponto de

5

de ebulição

fusão

ebulição

em geral, tem

Não existência

de cargas livres

Alta

Alta

(móveis)

condutividade

condutividade

Brilho metálico

elétrica

térmica

6

7

** Essa ligação também existe em substâncias macromoleculares (por exemplo, diamante, grafite, fósforo vermelho, polímeros) e em íons poliatômicos, tais como NO2*

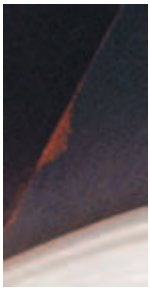
22

22

32

3, SO4 , CO 3 e PO4 (estudados no capítulo 11).

163



O

ARA/FOOdpIx/GETTy ImAGES

9 Geometria molecular

e ligações químicas

APÍTULC

bRIAN HAGIw

intermoleculares

pAul pOplIS/FOOdpIx/GETTy ImAGES

Alguns conteúdos importantes:

 O que faz um suculento

Principais geometrias moleculares

Polaridade e solubilidade

molho de tomate aderir

Modelo da repulsão dos pares

Ligações intermoleculares

aos fi os de um delicioso

eletrônicos da camada de valência

macarrão? A resposta

Principais fatores que infl uenciam o

é um dos temas deste

(modelo VSEPR)

ponto de ebulição de uma substância

capítulo: ***interações***

Polaridade de ligações

molecular

intermoleculares.

Polaridade de moléculas

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos

e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você

julga que estejam relacionados à imagem e justifique

sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as

conclusões ao professor.

• ligações iônicas

IluSTRAçõES AdIlSON SEccO

• ligações covalentes

• ligações metálicas

• geometria molecular

• repulsão de pares de elétrons

• ângulos de ligação

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Qual é a explicação para a atuação das colas e outros materiais adesivos? Essa é, certamente, uma pergunta que deixa muitas pessoas intrigadas. A resposta, que veremos neste capítulo, tem a ver com as ligações intermoleculares.

Vimos no capítulo anterior que os átomos frequentemente se unem, originando grande variedade de substâncias. A união entre os átomos pode ser iônica, covalente ou metálica.

Também naquele capítulo, conhecemos as principais propriedades das substâncias em que há tais ligações, isto é, conhecemos as propriedades das substâncias iônicas, das oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de

19 de fever

moleculares e das metálicas.

odução pr

As substâncias moleculares, quando estão nos estados sólido ou líquido, apresen-Repr

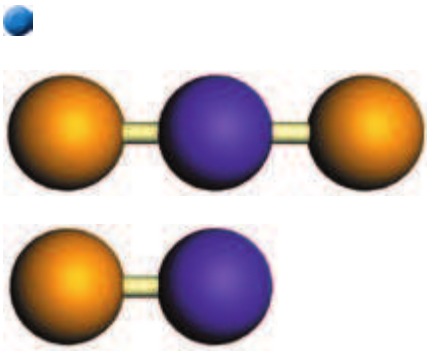
tam as moléculas relativamente próximas (muito mais próximas do que quando estão no estado gasoso) e essa proximidade se deve às interações entre as moléculas, que as mantêm unidas.

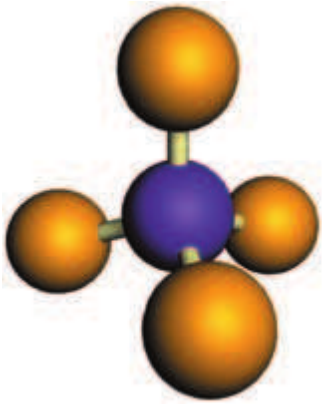
A união entre as moléculas, cientificamente denominada ligação intermolecular, é objeto de estudo neste capítulo. Conheceremos os diferentes tipos dessas ligações, como dependem da estrutura molecular e como influenciam o ponto de ebulição da substância.

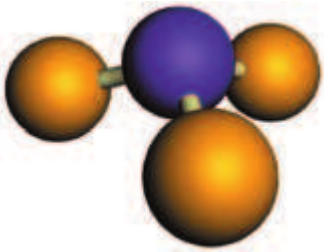
Antes, porém, de estudar essas ligações, precisaremos conhecer um pouco sobre a geometria molecular, conceito relacionado à distribuição espacial dos núcleos dos átomos que compõem a molécula. Empregando o conceito de eletronegatividade, também apresentado neste capítulo, conheceremos o que é uma ligação covalente polar e o que é uma ligação covalente apolar.

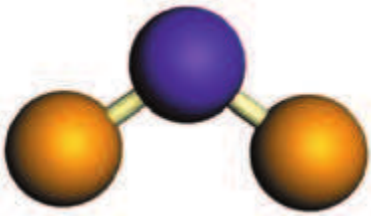
A seguir, compreendidos os conceitos de geometria molecular e de polaridade de ligação, o estudante poderá aprender a distinção entre molécula polar e molécula apolar e estará, então, apto a conhecer as ligações intermoleculares.

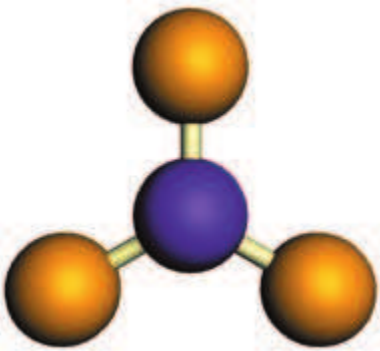
165











1 Geometria molecular

1.1 O que é geometria molecular?

Quando átomos de não metais se unem, eles o fazem por meio de uma ou mais ligações covalentes (capítulo 8). Como consequência dessa união, surgem as moléculas com dois ou mais átomos.

A ***geometria molecular*** *descreve como os núcleos dos átomos que constituem a molécula estão posicionados uns em relação aos outros. As geometrias moleculares mais importantes, que serão objeto de nosso estudo neste capítulo, são mostradas a seguir. Nesses modelos cada bolinha representa um átomo e cada vareta representa uma ou mais ligações covalentes.*

SER

Linear

Linear

Trigonal plana

TOu

o de 1998.eir

S AO

S dEõçARTS

Ilu

Tetraédrica

Piramidal

Angular

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Por meio de técnicas avançadas, os químicos determinaram a geometria de várias moléculas.

odução pr

Alguns exemplos são:

Repr

• HC, — linear

• CH4 — tetraédrica

• CO2

— linear

• NH3 — piramidal

• CH2O — trigonal plana

• H2O — angular

• SO2 — angular

Como podemos prever a geometria de uma molécula? Existe um método relativamente moderno, elaborado pelos químicos ingleses Nevil Sidgwick e Herbert Powell e aperfeiçoado e divulgado pelo canadense Ronald Gillespie.

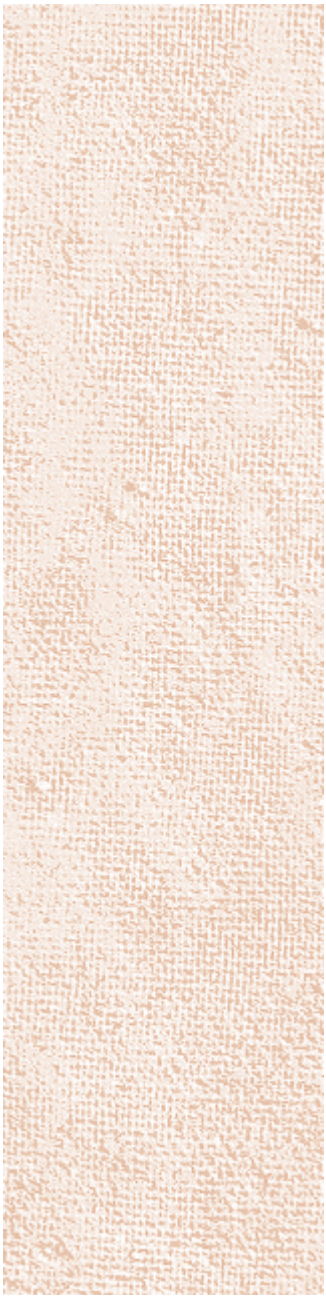
Trata-se do modelo da ***repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência*** *(às vezes abreviado pela sigla de origem inglesa VSEPR, de valence-shell electron-pair repulsion).*

1.2 Modelo da repulsão dos pares eletrônicos

da camada de valência (VSEPR)

Imagine que enchêssemos dois balões de gás ("bexigas" usadas em festas infantis), os amar-rássemos pela boca e os soltássemos sobre o chão. Em que disposição geométrica eles iriam cair?

E se repetíssemos esse procedimento usando três e quatro balões?



Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

Perceba, pelas imagens A, □ e C, que os balões se afastam o máximo possível uns dos outros.

Unindo os seus centros imaginários, conseguiríamos um segmento de linha reta (veja a ilustração

), um triângulo equilátero (ilustração) e um tetraedro (ilustração).

A

C

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

EduARdO SANT

EduARdO SANT

EduARdO SANT

cOcE SNOSldI

: ASE

çõARTS

Segmento

Segmento

T

Triângulo

riângulo

T

Tetraedro

etraedro

Ilu

de reta

de reta

equilátero

equilátero

Do mesmo modo que os balões, os pares de elétrons que formam as ligações também afastam-o de 1998.eir

-se ao máximo uns dos outros, pois repelem-se mutuamente.

Os balões representam os pares de elétrons ao redor do átomo central. Devido à repulsão entre os elétrons, se houver dois pares de elétrons ao redor do átomo central, eles tenderão a ficar em lados opostos. Se forem três pares, eles terão as posições dos vértices de um triângulo equilátero.

Se forem quatro, estarão direcionados para os vértices de um tetraedro.

Para determinar a geometria de uma molécula, o modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência propõe uma ***sequência de passos*** *que leva em conta as ideias que acabamos de expor:*

1o) *Escreva a* ***fórmula eletrônica*** *da substância e conte* ***quantos "pares de elétrons" existem ao*** *oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

redor do átomo central*. Entenda por "par de elétrons":*

• ligação covalente, seja ela simples, dupla ou tripla;

odução pr

• par de elétrons não usado em ligação.

Repr

2o) *Escolha a* ***disposição geométrica*** *que distribua esses "pares de elétrons", assegurando a* ***máxima distância*** *entre eles:*

número de

2

3

4

“pares de elétrons”

distribuição

Segmento

Triângulo

Tetraedro

escolhida

de reta

equilátero

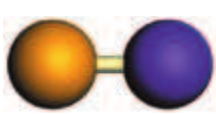
3o) *Determine a geometria molecular,* ***considerando apenas os átomos unidos ao átomo central.***

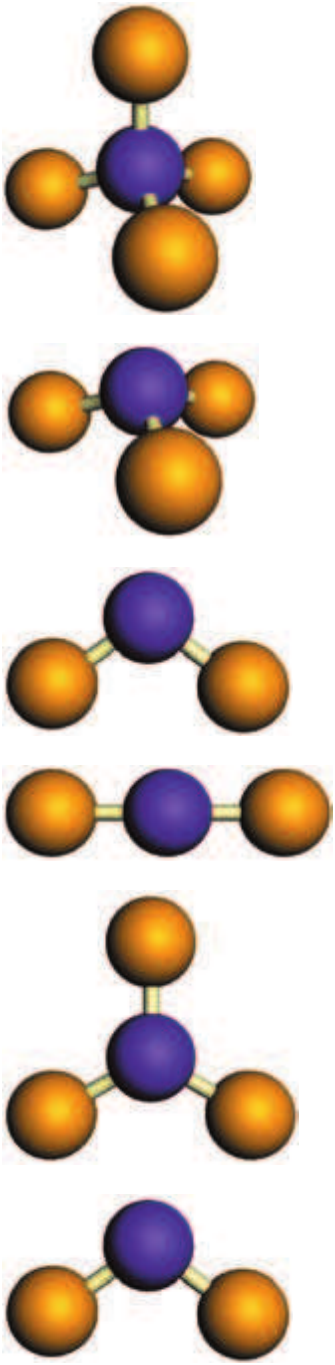
Apesar de serem os pares de elétrons que determinam a distribuição geométrica ao redor do átomo central, a geometria molecular é uma expressão da posição relativa dos núcleos dos átomos nela presentes. Assim, neste terceiro passo, consideramos apenas os átomos unidos ao átomo central (e ignoramos, portanto, os pares de elétrons não usados em ligações).

note bem

Ao usar o modelo VSEPR, as ligações simples, duplas ou triplas são ***indistintamente*** *tratadas como um conjunto de elétrons que se afasta ao máximo de outras ligações e também de pares de elétrons não usados em ligação.*

167





Analise com atenção os exemplos mostrados na tabela 1 abaixo. No caso de uma ***molécula biatômica****, isto é, formada apenas por dois átomos, a geometria é* ***necessariamente linear****, pois não há outro arranjo possível.*

tabela 1 exemplos de aplicação do modelo da repulsão dos pares

eletrônicos da camada de valência 1º passo

2º passo

3º passo

Modelo

Fórmula

Distribuição dos

Determinação da

molecular

eletrônica

“pares” de elétrons

geometria molecular

Toda molécula

H

C

H

C

biatômica é linear

Linear

O

C

O

O

C

O

O

C

O

2 “pares”

Segmento de reta

Linear

O

O

O

C

C

C

H

H

H

H

H

H

o de 1998.eir

3 “pares”

Triângulo equilátero

Trigonal plana

S

S

S

SE

O

O

R

O

O

O

O

TOu A

3 “pares”

Triângulo equilátero

Angular

OS d

ES

çõA

TRS

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Ilu

H

H

H

odução pr

H

C

H

C

C

Repr

H

H

H

H

H

H

H

4 “pares”

Tetraedro

Tetraédrica

H

N

H

N

N

H

H

H

H

H

H

H

4 “pares”

Tetraedro

Piramidal

H

O

H

O

O

H

H

H

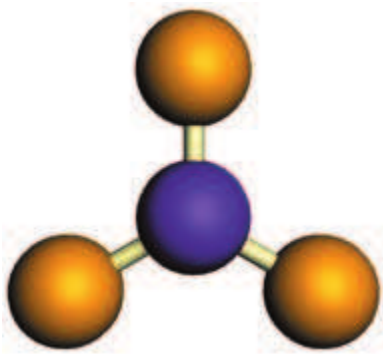
H

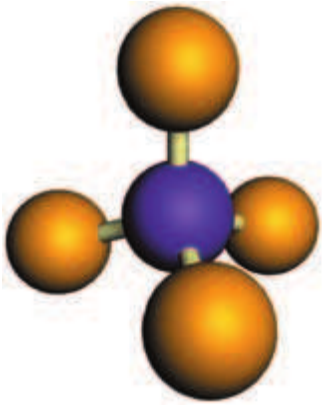
4 “pares”

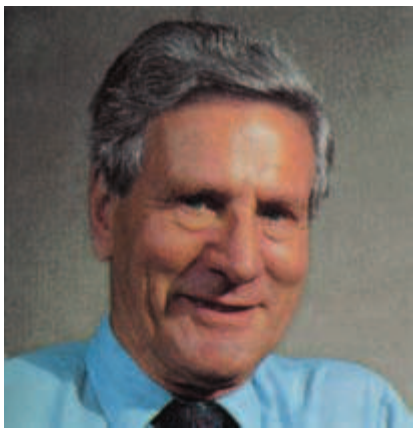
Tetraedro

Angular

168







Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

Em geometria molecular, é muito aplicada a expressão ***ângulo de ligação****. Por exemplo, nas moléculas lineares CO2 e BeF2 ele vale 180°; na trigonal BF3, vale 120°; e nas tetraédricas CH4 e CC□4, vale 109°28'.*

SER

180°

TOU

109°28'

120°

S A

BIBLIOTECA NACIONAL, CANADÁ

O

S DEÕ

□

Ç

Ronald J. Gillespie,

AR

cientista que contribuiu para

TS

facilitar o entendimento da

ILU

geometria molecular por

Linear

Trigonal plana

Tetraédrica

meio do modelo da repulsão

dos pares eletrônicos

da camada de valência.

Na água (angular) e na amônia (piramidal), os ângulos entre as ligações valem, respec- Foto extraída de "Atoms, tivamente, 104,5° e 107°. O fato de esses ângulos serem menores do que 109°28' é explicado Molecules and Reactions", pela acentuada repulsão que existe entre os pares de elétrons não compartilhados.

1994.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

o de 1998.

1. *(UFPA) Dadas as moléculas dióxido de carbono (CO*

4. *(UFRGS-RS) Associe as fórmulas das substâncias abai-eir*

2),

acetileno (C2H2), água (H2O), ácido clorídrico (HC□)

xo com as geometrias moleculares correspondentes.

e monóxido de carbono (CO), o número de moléculas

• SO3

1 — linear

lineares é:

• CO2

2 — angular

a) *1*

b) *2*

c) *3*

d) *4*

e) *5*

• *H2S*

3 — piramidal

2.

4 — trigonal plana

(Fuvest-SP) Os desenhos são representações de molé-

culas em que se procura manter proporções corretas

A sequência correta do preenchimento da coluna da

entre raios atômicos e distâncias internucleares.

esquerda, de cima para baixo, é:

a) *1 – 2 – 3*

d) *4 – 2 – 1*

COCE

b) *3 – 1 – 2*

e) *4 – 1 – 2*

SNOS

c) *3 – 2 – 1*

LDI

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A

I

II

III

5. *(UFSM-RS) Determine a alternativa que apresenta*

Os desenhos podem representar, respectivamente,

APENAS moléculas contendo geometria piramidal.

odução pr

moléculas de:

a) *BF3 – SO3 – CH4*

d) *POC□2 – NH3 – CH4*

Repr

a) *oxigênio, água e metano.*

b) *SO3 – PH3 – CHC□3*

e) *PH3 – NC□3 – PHC□2*

b) *cloreto de hidrogênio, amônia e água.*

c) *NC□3 – CF2C□2 – BF3*

c) *monóxido de carbono, dióxido de carbono e ozônio.*

d) *cloreto de hidrogênio, dióxido de carbono e amônia.*

6. *(PUC-MG) Sejam todas as seguintes moléculas:*

e) *monóxido de carbono, oxigênio e ozônio.*

H2O, BeH2, BC□3 e CC□4. As configurações espaciais

dessas moléculas são, respectivamente:

3. *(UFPI) No espaço entre as estrelas, em nossa galáxia,* ***a)*** *angular, linear, trigonal, tetraédrica.*

foram localizadas, além do H2, pequenas moléculas,

b) *angular, trigonal, linear, tetraédrica.*

tais como H2O, HCN, CH2O, H2S e NH3. Determine a

que apresenta geometria trigonal planar.

c) *angular, linear, piramidal, tetraédrica.*

a) *CH*

d) *trigonal, linear, angular, tetraédrica.*

2O ***b)*** *HCN*

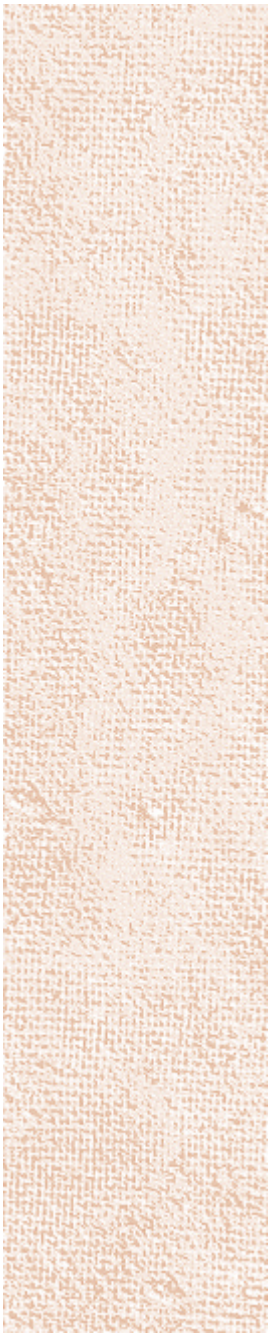
c) *H2O*

d) *H2S* ***e)*** *NH3*

2 Polaridade de ligações

2.1 Eletronegatividade

Denomina-se ***eletronegatividade*** *a tendência que o átomo de um determinado elemento apresenta para atrair elétrons, num contexto em que se acha ligado a outro(s) átomo(s). Embora essa atração se dê sobre todo o ambiente eletrônico que circunda o núcleo do átomo, é de particular interesse a atração que ele exerce sobre os elétrons envolvidos na ligação química.*



Há várias décadas os químicos se preocupam em estabelecer escalas numéricas para expressar a eletronegatividade. Entre as muitas escalas existentes, a mais conhecida é a que foi elaborada pelo químico estadunidense Linus Pauling, que aparece na tabela a seguir: ***VALORES DE ELETRONEGATIVIDADE***

H

2,1

Legenda:

Li

1,0

Be

< 1,0

1,5–1,9

2,5–2,9

4,0

Na

1,5

1,0–1,4

2,0–2,4

3,0–3,9

1,0

Mg

K

1,2

0,9

Rb

Ca

1,0

Sc

0,9

Cs

Sr

1,3

Ti

1,0

Y

O flúor é o elemento de

0

1

,

,4

8

V

Fr

Ba

1,2

Zr

maior eletronegatividade.

1,0

La

1,5

Cr

0,

1,3

Nb

8

Ra

1,

Hf

1,6

Mn

1,0

1

Ac

1,5

Mo

1,3

Ta

1,6

cO

1

Fe

,1

1,6

Tc

1

1

c

,4

W

1,

E

1,7

7

Ru

Co

S

1,5

(1A) 2

Re

1

1,7

Ni

B

N

1

,8

Rh

O

,7

Os

1,8

2

S

,0

C

(2A) 3

4

l

1

1,

Cu

,9

8

5

Ir

Pd

2,5

N

1,8

A

3

dI

,0

O

A

1

1,8

,9

6

Pt

Ag

Zn

3

F

1

◆

,5

1,6

,5

Si

4,0

1

Ga

,8

1,6

7

Au

Cd

1

P

1,

,8

Ge

S

1,

7

2

9

1,6

8

Hg

In

,1

1,9

As

2,5

C

3

1,

1

9

Sn

2

Se

,0

7

,6

T

,1

1,8

Sb

2,4

Br

1,

10

6

Pb

1

2,

,9

Te

8

1,7

11

Bi

2,1

I

1,8

12

Po

2,5

1,9

At

13

2,1

(3A) 14

(4A) 15

De modo geral, a eletronegatividade

(5A) 16

aumenta ao longo de um período…

(6A) 17

… e de baixo para

(7A)

cima, em um grupo.

 Esses valores são fundamentalmente os propostos por Pauling, com algumas correções mais recentes.

Fonte: *MOORE, J. W. et al. Chemistry; the Molecular Science. 2. ed. Belmont: Thomson-Brooks/Cole, 2005. p. 355.*

A partir desses valores podemos construir uma fila com alguns dos elementos que aparecem frequentemente no estudo da Química:

F . O . N C, . Br . I S C . P H . metais

Sentido crescente de eletronegatividade

*Alguns autores utilizam a palavra **eletropositividade** para se referir ao **oposto da eletronegatividade**. Assim, podemos dizer que ter alta eletronegatividade significa ter baixa eletropositividade, e vice-versa.*

A eletrOneGAtiVidAde É umA

prOpriedAde periódicA

cOcE SNOSldIA

170

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

2.2 Ligações polares e ligações apolares

*Considere uma molécula de HF. O par de elétrons compartilhado não é atraído igualmente por ambos os átomos, uma vez que o flúor é mais eletronegativo que o hidrogênio. Embora o par de elétrons esteja sendo compartilhado, ele se encontra mais deslocado no sentido do flúor. Dizemos que no flúor aparece uma **carga parcial negativa** (simbolizada por δ) e no hidrogênio uma **carga parcial positiva** (simbolizada por δ). A ligação entre H e F é chamada de **ligação covalente polar**, pois nela existem dois polos elétricos, um negativo e outro positivo.*

*Uma ligação covalente será **polar** sempre que os dois átomos que estabelecem essa ligação covalente possuírem **diferentes eletronegatividades**.*

*Considere, agora, o caso da molécula de H2. Como ambos os átomos nela presentes possuem a mesma eletronegatividade, não há polarização da ligação e dizemos que se trata de uma **ligação covalente apolar**.*

δ□ δ□

H k F

H k H

ligação

covalente p

olar ligação c

ovalente a

polar

Ligação covalente

pode ser

estabelecida entre

estabelecida entre

Polar

Apolar

Átomos com

Átomos com

diferentes

eletronegatividades

eletronegatividades

iguais

liGAçãO iÔnicA VERSUS liGAçãO cOVAlente

Veja as ligações esquematizadas ao lado, cada qual

D 5 zero

acompanhada do respectivo valor de diferença (D) entre as

C,

C,

(covalente apolar)

eletronegatividades de ambos os átomos. À medida que a

diferença de eletronegatividade aumenta, os elétrons pas-

D 5 3,0 □ 2,8 5 0,2

sam a ser cada vez mais predominantemente atraídos por

Br

C,

(covalente polar)

um dos átomos.

Assim, ***a ligação iônica pode ser encarada como um caso***

D

extremo da ligação covalente polar, em que a diferença de ele-5 3,0 □ 2,5 5 0,5

I

C,

(covalente polar)

tronegatividade é tão grande que o elétron é transferido de um átomo para outro em vez de ser compartilhado por ambos.

A fronteira entre a ligação covalente e a iônica não é algo

D 5 3,0 □ 2,1 5 0,9

H

C,

(covalente polar)

extremamente claro e bem-definido. De modo geral, pode-se

considerar que valores de D acima de 2 indicam ligação com

forte caráter iônico. E valores abaixo de 1,5 indicam ligação D 5 3,0 *0,9 5 2,1*

K

C,

com caráter predominantemente covalente.

(iônica)

171

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

b) O CH4 é uma substância composta que contém

ligações covalentes, e o oxigênio do ar é uma

7. (Ufac) As espécies químicas a seguir apresentam, substância simples que contém ligações covalentes

respectivamente, ligações:

apolares.

O2 (g), NaC, (s), HC, (g) e A, (s)

c) O CH4 é uma substância simples que contém

a) covalente apolar, iônica, covalente polar e me-

ligações iônicas, e o oxigênio do ar é uma subs-

tálica.

tância simples que contém ligações covalentes

b) covalente apolar, covalente polar, iônica e me-

polares.

tálica.

d) O CH4 é uma substância composta que contém

c) iônica, covalente apolar, covalente polar e me-

ligações covalentes, e o oxigênio do ar é uma subs-

tálica.

tância composta que contém ligações covalentes

polares.

d) metálica, covalente polar, iônica e covalente

apolar.

e) O CH4 é uma substância simples que contém liga-

ções covalentes, e o oxigênio do ar é uma subs-

e) covalente polar, iônica, covalente apolar e me-

tância composta que contém ligações iônicas.

tálica.

11.

Resolução

(PUC-RS) Responder à questão com base na análise das fórmulas químicas abaixo:

• No O2 há ligação covalente apolar (O é não metal;

I. O2

ambos os átomos ligados têm a mesma eletrone-

II. CO

o de 1998.

2

eir

gatividade).

III. MgC,

• No NaC

2

, há ligação iônica (Na é metal e C, é

IV. H

não metal).

2O

É correto afirmar que a ligação química entre os

• No HC, há ligação covalente polar (H e C, são

átomos é exclusivamente do tipo covalente polar

não metais com diferentes valores de eletronega-

apenas nos compostos:

tividade).

a) I e II

d) I, III e IV

• No A, há ligação metálica (A, é metal).

b) I e III

e) II, III e IV

Alternativa a.

c) II e IV

12. (UFSM-RS) Julgue como verdadeira (V) ou falsa (F) 8. (UFPE) As ligações químicas nas substâncias K (s), cada uma das seguintes afirmativas:

HC, (g), KC, (s) e C,

• Em condições ambientes, os compostos iônicos são

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2 (g) são, respectivamente:

a) metálica, covalente polar, iônica, covalente apolar.

sólidos que têm pontos de fusão altos.

odução pr

b) iônica, covalente polar, metálica, covalente apolar.

• Nos compostos covalentes, a ligação ocorre por

Repr

c) covalente apolar, covalente polar, metálica, cova-

compartilhamento de elétrons entre átomos.

lente apolar.

• A condutividade elétrica dos metais se explica pela

d) metálica, covalente apolar, iônica, covalente polar.

mobilidade dos elétrons na sua estrutura.

e) covalente apolar, covalente polar, iônica, metálica.

• As ligações iônicas ocorrem entre átomos de eletro-

negatividade semelhante.

9. (UFPI) Qual o item que apresenta exemplos de liga-A sequência correta é:

ção iônica, ligação covalente polar, ligação covalente

a) F – V – V – F.

d) F – V – F – V.

apolar, nesta ordem?

b) F – F – F – V.

e) V – V – V – F.

a) HBr, H2, Na2SO4

d) CaC,2, HC,, N2

c) V – F – F – F.

b) HI, O2, A,F3

e) S8, N2, HC,

13. (UFU-MG) Considere as afirmativas abaixo e escolha

c) Na3PO4, P4, HF

a alternativa INCORRETA.

10. (UFJF-MG) Nos pântanos e cemitérios, é comum

a) As propriedades dos elementos são funções pe rió-

ocorrer a formação de gás metano (CH

dicas de seus números atômicos.

4), provenien-

te da decomposição de matéria orgânica. O metano

b) Um átomo de bromo, quando se torna um íon bro-

pode reagir com o oxigênio do ar espontaneamente

meto, Br2, tem seu tamanho aumentado.

e formar luzes bruxu leantes, conhecidas como fogo-

c) Os íons Na1 e F2 possuem a mesma estrutura

-fátuo. Escolha a alternativa CORRETA:

eletrônica.

a) O CH

d) A eletronegatividade, em um mesmo período da

4 é uma substância composta que contém liga-

ções iônicas, e o oxigênio do ar é uma substância

tabela periódica, diminui à medida que o número

composta que contém ligações covalentes polares.

atômico aumenta.

172

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

Com base nas informações a

18. (UFPE) A análise química de uma amostra de rocha seguir, responda às questões

Mg

Na

H

do planeta Marte mostrou que a mesma é uma subs-

O

14 e 15.

Ne

He

cc

tância pura. Se dois elementos A e B dessa amostra Um professor decidiu decorar

F

Li

SEN

apresentam eletronegatividades (escala de Pauling) de

SO

seu laboratório com um "relógio

O

Be

Il

0,8 e de 3,0, respectivamente, podemos afirmar que: dA

de Química" no qual, no lugar

N C B

a) Não existe ligação química entre os dois elemen-

das horas, estivessem alguns

tos da rocha, pois as eletronegatividades diferem

elementos, dispostos de acordo com seus respectivos

bastante.

números atômicos, como mostra a figura.

b) Existe ligação entre os dois elementos e ela deve

ser iônica.

14. (UFRJ) Indique a hora que o relógio do professor

c) Existe ligação entre os dois elementos e ela deve

marca quando:

ser covalente.

a) o ponteiro dos minutos aponta para o elemento

d) O elemento A está à direita do elemento B na tabela de menor número atômico e o ponteiro das horas

periódica.

aponta para o elemento mais eletronegativo.

e) A rocha é constituída por uma substância simples.

b) o ponteiro dos minutos aponta para o metal alcalino terroso de menor raio atômico e o ponteiro das ho-19. *(UFRN) Gílson, estudando Química Geral, aprendeu que a posição de cada elemento na tabela periódica*

ras aponta para o gás nobre do segundo período.

pode ser representada como um ponto (x, y) num

gráfico de coordenadas (x

o de 1998.

15. *(UFRJ) Indique a fórmula e o tipo de ligação do com-5 grupo, y 5 período).*

eir

posto eletricamente neutro que é formado quando o

Na prova de Química, o professor solicitou que se

relógio do professor marca:

correlacionassem as coordenadas dos pares de ele-

a) *nove horas;*

mentos, tabeladas a seguir, com o provável tipo de

ligação resultante de suas combinações.

b) *sete horas e cinco minutos.*

16. *(UFS-SE) A eletronegatividade de um elemento* ***1o par***

2o par

3o par

4o par

indica o poder de atração que um átomo desse ele-

(11, 4) e

(15, 2) e

(2, 4) e

(14, 2) e

mento exerce sobre o par eletrônico da ligação da

(14, 5)

(15, 2)

(17, 3)

(16, 2)

qual participa. As diferenças de eletronegatividade

entre os átomos indicam o tipo de ligação entre tais

Na respectiva ordem dos pares de coordenadas cita-

átomos.

dos, Gílson identificou corretamente que as ligações

são do tipo:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Elemento

Eletronegatividade

a) *metálica, covalente apolar, iônica, covalente polar.*

odução pr

b) *iônica, covalente apolar, metálica, covalente polar.*

Li

1,0

Repr

c) *metálica, covalente polar, iônica, covalente apolar.*

Si

1,9

d) *covalente polar, iônica, covalente apolar, metálica.*

C

2,6

20. *(UFRJ) Reproduza os quadrinhos no seu caderno e N*

3,0

preencha as quatro primeiras quadrículas com sím-

bolos de elementos químicos.

O

3,4

S

Com esses dados, conclui-se que a substância cujas

ligações apresentam maior caráter iônico é:

1

2

3

4

5

***a)** SiO*

O elemento da quinta quadrícula é o enxofre. Os outros

2

***d)** NO*

são:

***b)** CO*

***e)** O2*

Quadrícula 1:

***c)** Li2O*

o elemento de transição interna cuja configuração

***17.** (Cesgranrio-RJ) Arranje, em ordem crescente de eletrônica é: [Rn] 5f2 6d1 7s2.*

caráter iônico, as seguintes ligações do Si: Si – C, ***Quadrícula 2:***

Si – O, Si – Mg, Si – Br.

o metal alcalino terroso com maior raio atômico.

a) *Si – Mg, Si – C, Si – Br, Si – O*

Quadrícula 3:

b) *Si – C, Si – O, Si – Mg, Si – Br*

o elemento do bloco s, do segundo período, com maior

eletronegatividade.

c) *Si – C, Si – Mg, Si – O, Si – Br*

Quadrícula 4:

d) *Si – C, Si – O, Si – Br, Si – Mg*

o elemento do grupo 15 cujo estado físico de ocor-

e) *Si – O, Si – Br, Si – C, Si – Mg*

rência natural é gasoso.

3 Polaridade de moléculas

Como já vimos, na molécula de HF ocorre o aparecimento de polos elétricos, e TINSTOck

ela recebe o nome de ***molécula polar****. A polarização da ligação apresenta uma dire-y/lA*

*ção, um sentido e uma intensidade (que depende da diferença de eletronegatividade D entre os átomos). Assim, podemos representar a polarização por um vetor.**

r

Vetor momento de dipolo *ou* ***momento dipolar*** *(m) é aquele que ScIENcE pHOTO lIbRAR*

representa a polarização de uma ligação covalente.

 Peter Debye (1884-1966),

r

O vetor m possui a direção da reta que passa pelo núcleo dos átomos que químico que se destacou pelo

estudo das propriedades relativas à

tomam parte na ligação considerada e é orientado no sentido do polo positivo polaridade molecular. Recebeu

para o negativo. As ligações apolares possuem vetor momento de dipolo nulo r

o Prêmio Nobel em 1936. Foto

r

(m 5 0).

de 1959.

No caso de moléculas com mais de dois átomos, a análise fica um pouco r

mais complicada porque cada ligação tem um vetor m. Para saber se a molécula ***Molécula***

é polar ou apolar, devemos somar todos os vetores momento de dipolo de todas pode ser

as ligações e concluir se o vetor resultante é nulo ou não.

Polar

Apolar

A polaridade de uma molécula com mais de dois átomos é expressa tem

tem

o de 1998.

r

eir

pelo vetor momento de dipolo resultante *(mR). Se ele for nulo, a molécula será apolar e, caso contrário, polar.*

μ **0**

μ **0**

R

R

TABELA 2

Exemplos de moléculas apolares e de moléculas polares

Exemplo

Geometria

Momento dipolar resultante

Molécula

**

**

H2 (gás hidrogênio)

H

H

H

H

μR ≠ 0

Apolar

Linear

≠

≠

HF (gás fluorídrico)

H

F

H

F

μR ≠ 0

Polar

Linear

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

≠

≠

CO2 (gás carbônico)

O

C

O

O

C

O

μR ≠ 0

Apolar

odução pr

Linear

Vetores se

Repr

cancelam

HCN (gás cianídrico)

H

C

N

H

C

N

μR ≠ 0

Polar

Linear

Vetores não

se cancelam

O

H

H

Polar

Vetores não

Angular

se cancelam

N

H

H

H

H

Polar

H

Vetores não

Piramidal

H

se cancelam

H

H

C

μR *0*

CH4 (metano)

H

H

C

Apolar

H

H

Vetores se

H

cancelam

H

Tetraédrica

** Vetores são um dos assuntos do seu curso de Física. Consultando livros dessa disciplina (Física — Mecânica), você pode (e deve) aprender mais sobre vetores e soma de vetores.*

174

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

A jR./cId

SéRGIO dOTT

b Um filete de água corrente é atraído por um balão

de borracha previamente eletrizado por atrito com o

cabelo limpo e seco. Esse experimento evidencia que

a molécula de água é polar.

um mÉtOdO mAiS SimpleS: uSO dA SimetriA

Existe um método mais simples para determinar se uma molécula é polar ou apolar, que se baseia na simetria do ambiente eletrônico que circunda o átomo central.

Apesar de ser de utilização mais simples, como você perceberá a seguir, esse método é relativamente ***limitado a moléculas que apresentem um único átomo central ligado a todos*** *o de 1998.eir*

os demais átomos da molécula.

A ideia envolvida é a seguinte: o átomo central tem ao seu redor pares eletrônicos, que podem ser pares usados em ligações ou pares não compartilhados. Há dois casos possíveis.

1o caso — não há pares de elétrons não compartilhados e todos os átomos ligados ao átomo central são iguais. disso resulta molécula ApOlAr.

Nesse caso, existe uma ***simetria*** *do ambiente eletrônico ao redor do átomo central, o que faz a molécula ser* ***apolar****. (Esse caso equivale a dizer que os vetores momento de dipolo das r*

ligações ***se cancelam****, resultando mR 5 zero.)*

Veja exemplos:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• 2 átomos C,

simetria ao

C, k Be k C,

V ***molécula***

• nenhum par de e não compartilhado

redor do be

apolar

odução pr

Repr

• 2 átomos O

simetria ao

O l C l O

V ***molécula***

• nenhum par de e não compartilhado

redor do c

apolar

FFF

• 3 átomos F

simetria ao *V* ***molécula***

BB

• nenhum par de e não compartilhado

redor do b

apolar

B

F

F

F

F

F

F

H

H

H

• *4 átomos H*

simetria ao

CC

V ***molécula***

C

H

• *nenhum par de e não compartilhado*

redor do c

apolar

H

H

H

H

H

H

H

H

C

C

C

CC

• 4 átomos C,

simetria ao

C

C

V ***molécula***

C

C

redor do c

apolar

C

• nenhum par de e não compartilhado

C

C

C

C

C

175

2o caso — Há um ou mais pares de elétrons não compartilhados e/ ou nem todos os átomos ligados ao átomo central são iguais. disso resulta molécula pOlAr.

*Nesse caso, existe uma **assimetria** do ambiente eletrônico ao redor do átomo central, o que faz a molécula ser **polar**. (Esse caso equivale a dizer que os vetores momento de dipolo r*

*das ligações **não se cancelam**, acarretando mR □ zero.) Veja exemplos:*

• 1 átomo H

assimetria ao

H k C m N

*V **molécula***

• 1 átomo N

redor do c

polar

O

O

O

O

• 1 átomo O

assimetria ao** V **molécula

C

• 2 átomos H

redor do c

polar

C

H

C

C

H

H

H

H

H

H

H

N

• 3 átomos H

N

assimetria ao

N

H

V ***molécula***

H

N

H

• 1 par de e não compartilhado

redor do n

polar

H

H

H

H

H

H

HHH

o de 1998.eir

O

O

• 2 átomos H

assimetria ao

H

O

O

V ***molécula***

H

• 2 pares de e não compartilhados

redor do O

polar

H

H

H

HHH

H

HHH

C

C

C• 2 átomos H

assimetria ao

H

C

C

C

*V **molécula***

H

C

C • 2 átomos C,

redor do c

polar

H

H

C

C

C

C

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

21. *(UFSC) Considere a tabela a seguir e selecione a(s) pro-*

a) *CS2 é linear.*

po sição(ões) que relaciona(m) ***corretamente*** *a forma*

b) *CS2 é polar.*

geométrica e a polaridade das substâncias citadas:

c) *H2S é polar.*

Fórmula

CO

d) *H*

2

H2O

NH3

CC, 4

2S tem geometria angular similar ao H2O.

Momento dipolar

e) *CS*

m

2 tem a mesma geometria que o CO2.

resultante (m

R 5 0

mR □ 0 mR □ 0 mR 5 0

R)

23. *(Uneb-BA) Das estruturas abaixo:*

01. H2O: angular e polar.

C,

02. CO2: linear e apolar.

I. C, C C,

III.

Te

04. CC,4: trigonal e polar.

H

H

08. NH

C,

3: piramidal e polar.

16. CC,

II. S C S

IV. Br C,

4: tetraédrica e apolar.

22. *(UFPE) A respeito das moléculas de dissulfeto de representam substâncias apolares:*

carbono (CS

a) *I e II*

c) *II e III*

e) *III e IV*

2) e gás sulfídrico (H2S), é incorreto afir-

mar que:

b) *I e III*

d) *II e IV*

176

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

24. *(PUC-MG) Relacione a fórmula, a forma geométrica e a polaridade a seguir, assinalando a opção CORRETA:*

a) *Fórmula – CO2; Forma Geométrica – linear; Polaridade – polar.*

b) *Fórmula – CC,4; Forma Geométrica – tetraédrica; Polaridade – polar.*

c) *Fórmula – NH3; Forma Geométrica – piramidal; Polaridade – apolar.*

d) *Fórmula – BeH2; Forma Geométrica – linear; Polaridade – apolar.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

25. *(Vunesp) Considere os seguintes compostos, todos* ***27.*** *(UFF-RJ) A*

capacidade que um átomo tem de atrair contendo cloro: BaC,2; CH3C,; CC,4 e NaC,.

elétrons de outro átomo, quando os dois formam uma

Sabendo que o sódio pertence ao grupo 1, o bário ao

ligação química, é denominada eletronegatividade.

grupo 2, o carbono ao grupo 14, o cloro ao grupo 17

Essa é uma das propriedades químicas consideradas

da Tabela Periódica e que o hidrogênio tem número

no estudo da polaridade das ligações.

atômico igual a 1, apresente a fórmula estrutural para

Selecione a opção que apresenta, corretamente, os

os compostos covalentes e identifique a molécula que

compostos H

apresenta momento dipolar resultante diferente de

2O, H2S e H2Se em ordem crescente de

polaridade.

zero (molécula polar).

a) *H2Se , H2O , H2S*

o de 1998.

26. *(Fuvest-SP) O carbono e o silício pertencem à mesma eir*

b) *H*

família da Tabela Periódica.

2S , H2Se , H2O

a) *Qual o tipo de ligação existente no composto SiH*

c) *H2S , H2O , H2Se*

4?

b) *Embora a eletronegatividade do silício seja 1,7 e*

d) *H2O , H2Se , H2S*

a do hidrogênio 2,1, a molécula do SiH4 é apolar.

e) *H2Se , H2S , H2O*

Por quê?

4 Polaridade e solubilidade

Leia o seguinte ***relato*** *de fatos experimentais: foram colocados em três oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

copos um pouco de água e etanol, gasolina e querosene, água e gasolina, respectivamente, e verificou-se que apenas nos dois primeiros casos os líquidos odução pr

formam uma mistura homogênea.

Repr

O

• ***AtEnção***

cc

O

SEN

cc

O experimento ***reLATAdo*** *ao*

Água SOÁgua Água

Gasolina

Gasolina

Gasolina

Gasolina

Gasolina

Gasolina

SEN

lado envolve etanol, gasolina e que

+ Ild +

+

+

+

+

SOIl

rosene, que são líquidos ***voláteis,***

EtanolEtanol

: A

Etanol

Querosene Querosene

Querosene

Água Água Água

d

ES

A

***inflamáveis** e **tóxicos**.*

çõA

Você não deve realizá-lo por conta

TRS

Mistura

Mistura

Mistura

própria. A eventual realização deve

Ilu

homogênea

homogênea

heterogênea

LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

ter autorização e supervisão do(a)

professor(a).

Sabendo que água e etanol são polares e que gasolina é formada por Óculos de segurança, luvas e avenuma mistura de compostos apolares, os resultados experimentais relatados tais protetores são obrigatórios.

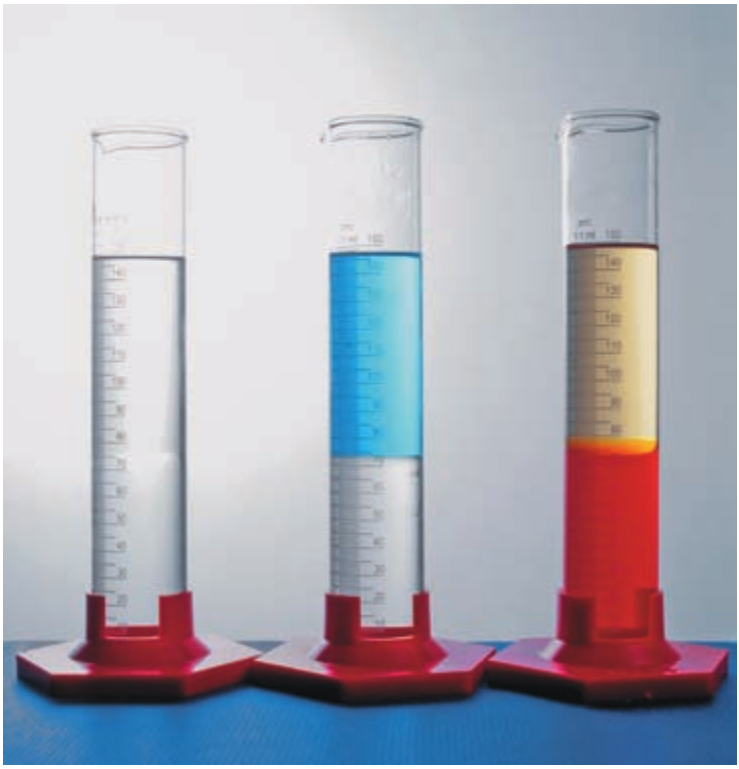
permitem ilustrar uma tendência geral que se observa:

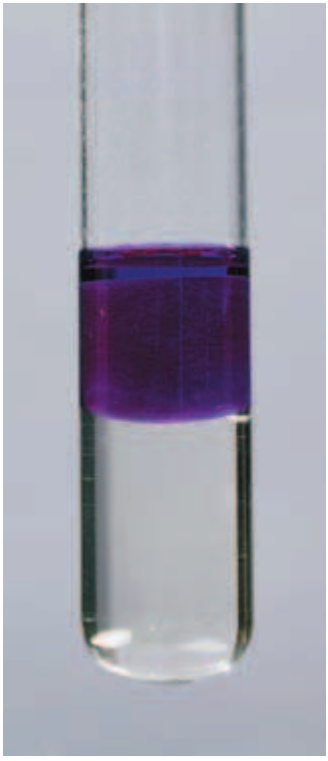
*Soluto **polar** tende a se dissolver bem em solvente **polar**.*

*Soluto **apolar** tende a se dissolver bem em solvente **apolar**.*

Quando o solvente é polar e o soluto apolar ou vice-versa, não existe tendência para que haja solubilização. Isso explica, por exemplo, o fato de a gasolina não se dissolver bem em água.

177





No caso de moléculas com estrutura um pouco mais complexa do que os exemplos vistos nos itens anteriores, para fazer previsões referentes a solubilidade, é útil saber de antemão se uma substância é polar ou apolar. Eis alguns exemplos envolvendo compostos estudados na Química Orgânica:

• ***compostos polares:*** *metanol (ou álcool metílico CH3OH), álcool comum (etanol ou álcool etílico CH3CH2OH), éter dietílico (éter comum ou éter "etílico" CH3CH2OCH2CH3) e acetona (H3CCOCH3);*

• ***compostos apolares:*** *derivados diretos do petróleo (gasolina, benzina, benzeno, querosene, óleo diesel, óleo lubrificante, parafina, vaselina etc.), óleos e gorduras de origem animal ou vegetal.*

• ***AtEnção***

Estes experimentos NÃO

a jr./cid

tinstock

devem ser realizados pelo

y/la

aluno.

t photography/

O ***tetracloreto de carbono*** *é*

sérgio dott

uma substância tóxica cujo contato

T G

etrÁS TÓXIC

acloret O

o de

carbono

cutâneo, por inalação ou por inges-

tão altera o sistema nervoso central

TóxICO

andrew lamber

e o sistema circulatório. Provoca

co

science photo librar

c

danos no fígado, rins e pulmões.

e sn

O ***bromo*** *é um líquido volátil,*

osl

o de 1998.

castanho-escuro, que provoca ulce-

di

eir

: a

ração da córnea, queimaduras na

se

pele, dor de cabeça, edema pulmo-

ção

nar e diarreia.

rt

GÁS TÓXIC

Bromo O

s

O ***ciclo-hexano*** *é um líquido*

TóxICO

ilu

inflamável que provoca irritação

 Nas três provetas, a fase superior é água (H2O,

 Neste tubo de

nos olhos, pele, vias respiratórias

polar) e a inferior é tetracloreto de carbono (CC,4,

ensaio, a fase superior

e narcose.

apolar). Na proveta do centro foi adicionado sulfato

é ciclo-hexano (C6H12)

Profissionais que os manipulam

de cobre (CuSO4, composto iônico), que se dissolve

líquido contendo iodo

devem fazê-lo em locais com venti-

preferencialmente na fase polar, dando-lhe a cor

(I2) dissolvido, ambos

lação adequada, utilizando sempre

azul. Na proveta da direita foi colocado bromo (Br2,

apolares. A fase inferior

equipamento de proteção individual

apolar), que se dissolve preferencialmente na fase

é água, polar.

recomendado.

CG

i ÁS TÓXIC

clo-h

O

exano

apolar, conferindo-lhe a cor alaranjada.

TóxICO

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

e) *a elevada volatilidade do petróleo faz com que*

28. *(UFRGS-RS) Em vazamentos ocorridos em refina-*

este fique na superfície.

rias de petróleo, que extravasam para rios, lagos

Resolução

e oceanos, verifica-se a utilização de barreiras de

Em geral, líquido polar e líquido apolar não

contenção para evitar a dispersão do óleo. Nesses

***tendem a formar sistema homogêneo**. Na mis-*

casos, observa-se a formação de um sistema hete-

tura heterogênea formada por ambos, o de maior

rogêneo onde o petróleo fica na superfície desses

*densidade constituirá a fase inferior e o de **menor***

recursos hídricos. Sobre o sistema acima descrito

***densidade** a **fase superior**.*

é correto afirmar que a água e o petróleo não se

*Alternativa **c**.*

misturam porque:

***a)** se apresentam em estados físicos diferentes.*

***b)** apresentam densidades diferentes, e o petró-*

Exercício Resolvido

leo fica na superfície devido a sua maior den-

***29.** (Estácio-RJ) Considere um mecânico com as mãos*

sidade.

sujas de graxa (derivado do petróleo).

***c)** apresentam moléculas com polaridades diferen-*

O melhor solvente para remoção desta graxa é:

tes, e o petróleo fica na superfície devido a sua

a) *água*

d) *água com sal (salmoura)*

menor densidade.

b) *gasolina*

e) *álcool comum*

d) *a viscosidade da água é maior que a do petróleo.*

c) *vinagre*

178

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

33. *Um tecido branco ficou manchado com iodo (I*

Resolução

2),

que apresenta uma coloração escura. Para remover

Para a remoção da graxa, que é ***apolar*** *(derivado*

essa mancha é melhor usar água ou tetracloreto de

direto do petróleo), é mais recomendado o uso de

carbono? Por quê?

um solvente também ***apolar****. Dentre as alternati-*

vas, o único líquido apolar é a gasolina.

34. *Um tecido apresenta uma mancha de gordura. Para* Alternativa ***b****.*

removê-la é mais eficiente usar benzina ou álcool

etílico antes da lavagem?

35. *(UFPE) O iodo elementar, em condições ambientes, é um* ***30.*** *Dentre as substâncias gasosas O2, O3, N2, CO2 e HC,, sólido marrom, pouco solúvel em água, porém bastante*

qual deve se dissolver melhor em água? Justifique.

solúvel em n-hexano. Isso se deve ao fato de que:

31. *Dentre as substâncias HBr, NH*

a) *a água somente dissolve compostos iônicos.*

3, H2O, SO2 e CC,4, qual

deve se dissolver melhor em gasolina? Justifique.

b) *n-hexano é apolar como o iodo.*

c) *iodo é uma substância composta, assim como o*

32. *O álcool etílico, CH3CH2OH, substância polar, deve n-hexano.*

dissolver-se melhor em gasolina ou em acetona?

d) *a água não dissolve compostos covalentes.*

Justifique.

e) *n-hexano é mais polar que a água.*

5 Ligações intermoleculares

O que mantém as moléculas unidas nos estados sólido e líquido são as

chamadas o de 1998.eir

***ligações** ou **forças** ou **interações intermoleculares**. São fundamentalmente de três tipos: **interações dipolo permanente-dipolo permanente, ligações de hidrogênio** e **interações dipolo instantâneo-dipolo induzido**.*

5.1 Interações dipolo permanente-dipolo permanente

A molécula de HC,, devido à diferença de eletronegatividade entre H e C,, é δ+

polar. Sua extremidade negativa atrai a extremidade positiva de outra molécula vi-δ+

zinha, o mesmo ocorrendo com sua parte positiva, que interage atrativamente com δ–

δ–

δ–

a parte negativa de outra molécula vizinha. Essa força de atração entre os dipolos δ+

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

*das moléculas é chamada de **interação dipolo permanente-dipolo permanente**, Representação esquemática **interação dipolo-dipolo** ou, ainda, **interação dipolar**.*

(em tracejado) das interações

odução pr

dipolo permanente-dipolo

Repr

Assim, no HC, líquido ou sólido são essas as forças que mantêm as moléculas permanente, que unem as unidas, o mesmo acontecendo em todas as substâncias polares.

moléculas de uma substância

polar.

5.2 Ligações de hidrogênio (pontes de hidrogênio)

Os átomos dos elementos flúor (F), oxigênio (O) e nitrogênio (N) são pequenos e muito eletronegativos. Quando ligados a um átomo de hidrogênio, haverá uma grande polarização dessa ligação. Isso quer dizer que o polo positivo formado no átomo de hidrogênio será muito intenso.

Devido à intensidade desse polo, o átomo de hidrogênio interage com o par de elétrons de outra molécula vizinha, como nos exemplos representados nas figuras A,

 e C. Essa interação entre moléculas recebe o nome de ***ligação de hidrogênio*** *(ou, numa denominação mais antiga,* ***ponte de hidrogênio****). Trata-se de uma interação mais forte do que as do tipo dipolo-dipolo.*

b Representação esquemática (em tracejado)

A

C

H

H

HH

da

H s ligaç

H ões de hidrogênio no fl uoreto de

hidrogênio A, na água e na amônia

H

H

F

H

F H F H

F

H

F

F

H

H

O

H

O H O H

O

H

O

O

H

H

N

H

N H NH

N

C

H

N , líqu

Nidos ou sólidos. Os hidrogênios

destacados em azul são aqueles envolvidos

H

H

HH

H

H

H

H

HH

na

H s ligaç

H ões de hidrogênio representadas.

179

Na água (H2O), no fluoreto de hidrogênio (HF) e na amônia (NH3), líquidos ou sólidos, são essas forças que mantêm as moléculas unidas.

***ligações de hidrogênio** são interações que ocorrem tipicamente entre*

moléculas que apresentem átomo de H ligado a F, O ou N.

A jR./cId

A jR./cId

TINSTOck

y/lA

SéRGIO dOTT

SéRGIO dOTT

ScIENcE pHOTO lIbRAR

o de 1998.eir

As intensas forças atrativas entre as moléculas de água são responsáveis

 Quando o vapor de água se condensa sobre uma

pela junção das cerdas desse pincel molhado, assim que ele é puxado superfície fria, são estabelecidas ligações de hidrogênio.

para fora do líquido.

Forças intermoleculares também são responsáveis pela

adesão das gotas de água líquida à superfície.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

jOHN FOSTER / mASTERFIlE/OTHER ImAGES

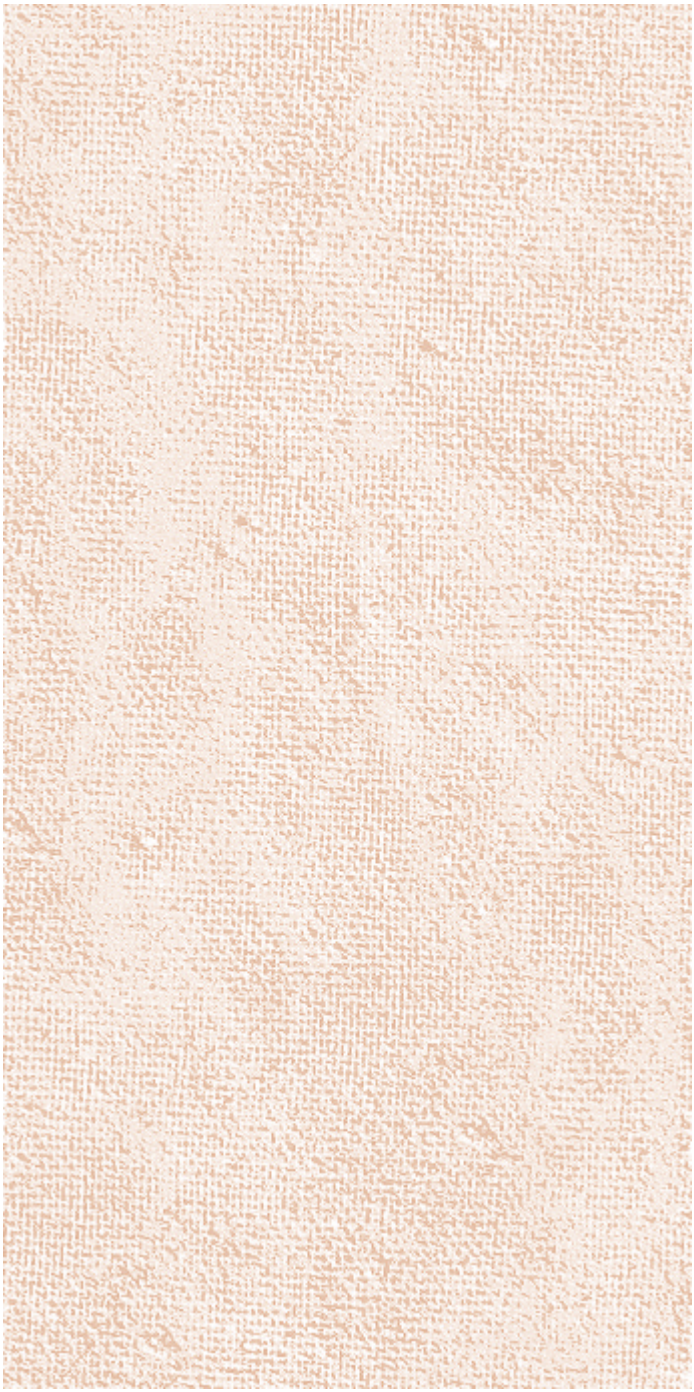
 As moléculas de água que compõem um iceberg se mantêm fortemente unidas por meio de ligações de hidrogênio. Na água líquida, ligações de hidrogênio também são as responsáveis pela coesão molecular. Ilha Disko, Groenlândia, 2005.

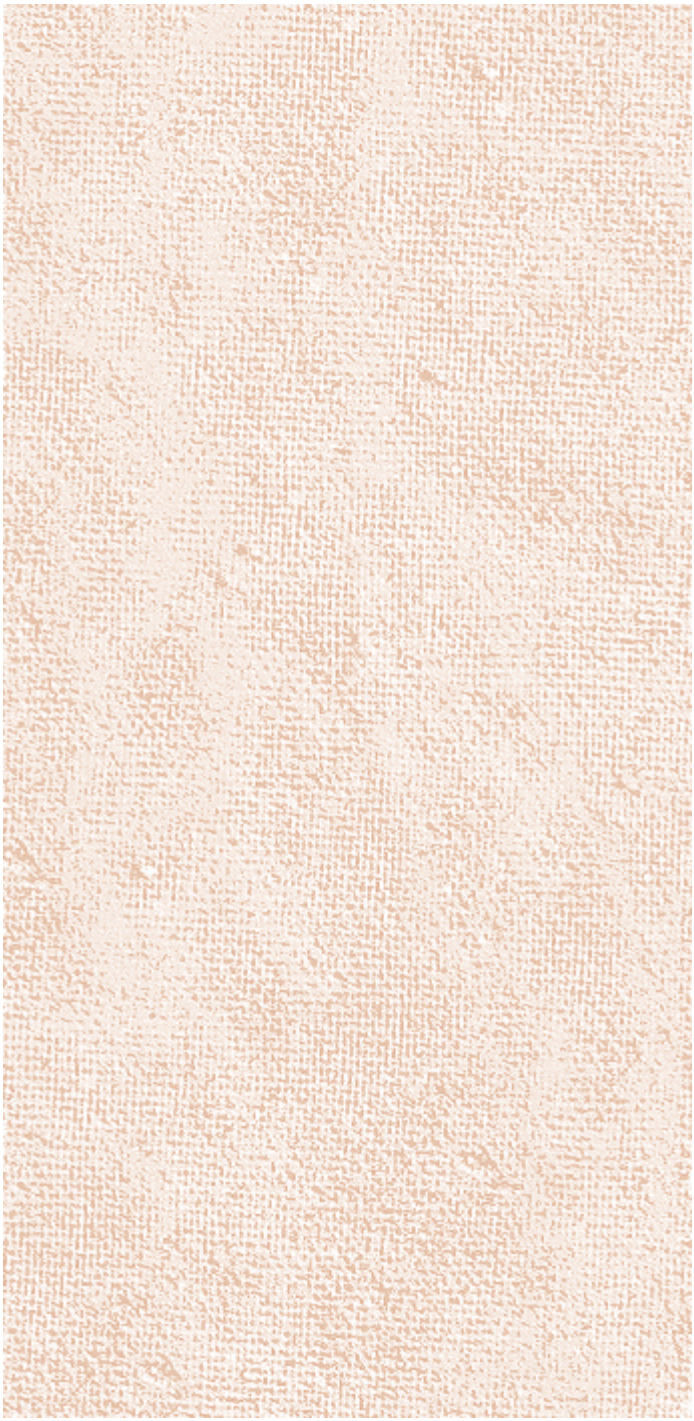
5.3 Interações dipolo instantâneo-dipolo induzido

Considere uma molécula apolar. Ela possui uma nuvem de elétrons em contínuo movimento. Se, durante uma pequena fração de segundo, essa

nuvem eletrônica estiver um pouco mais deslocada para um dos extremos da molécula, poderemos dizer que foi criado um ***dipolo instantâneo****, ou seja, por um instante apareceram dois polos na molécula.*

180





Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

A extremidade positiva desse dipolo atrai os elétrons da molécula vizinha, na qual, por sua vez, também aparece um dipolo, chamado de ***dipolo induzido****, isto é, provocado pela primeira molécula. Esses dois dipolos, o instantâneo e o induzido, se atraem como no caso dos dipolos permanentes. A diferença é que essa situação dura apenas uma fração de segundo. As atrações desse tipo são mais fracas do que entre dipolos permanentes.*

As ***interações dipolo instantâneo-dipolo induzido*** *são conhecidas também como* ***forças dipolo induzido-dipolo induzido*** *ou ainda* ***forças de dispersão de london****, em homenagem ao físico Fritz Wolfgang London (1900-1954). Na verdade, elas ocorrem em* ***todas*** *as substâncias, polares ou apolares. Apesar de fracas, são o único tipo de interação intermolecular que ocorre entre as moléculas das substâncias apolares. Alguns autores chamam essas interações de forças de van der Waals. Contudo, outros autores usam a expressão forças de van der Waals como sinônimo das forças intermoleculares de modo geral.*

δ–

δ–

b Esquema

δ–

δ+

δ+

δ+

mostrando a origem

Molécula

Molécula

Molécula

das interações

intermoleculares

do tipo dipolo

Uma distorção

… que induz o

instantâneo-dipolo

momentânea da nuvem

aparecimento

induzido.

eletrônica produz um

de um dipolo na

dipolo instantâneo…

molécula vizinha.

o de 1998.eir

Molécula

pode ser

pode ser

Apolar

Polar

se

se

Não tem H

Tem H

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

diretamente

diretamente

ligado a

ligado a

odução pr

F, O ou N

F, O ou N

Repr

interage

interage

interage

com outras

com outras

com outras

moléculas

moléculas

moléculas

iguais por

iguais por

iguais por

Dipolo instantâneo-

Dipolo permanente-

Ligações de

-dipolo induzido

-dipolo permanente

hidrogênio

As forças intermoleculares têm diferentes intensidades

Comparando moléculas com tamanhos e massas parecidos, pode-se afirmar que a intensidade dos diferentes tipos de forças intermoleculares varia na

seguinte ordem: Dipolo instantâneo-Dipolo permanente-

Ligações de

-dipolo induzido

-dipolo permanente

hidrogênio

Aumenta a intensidade das forças intermoleculares

181

pOr que AS cOlAS cOlAm?

As colas são produzidas especialmente para que tenham alta afinidade com

*• **AtEnção***

*os materiais que se destinam a aderir. Quando passamos cola em dois objetos **Certas colas exigem***

a fim de uni-los, as moléculas da cola interagem fortemente (por meio de inte-cuidados especiais

*rações intermoleculares) com as moléculas de ambos os objetos. Dessa forma, **pois são tóxicas.***

ela os mantém unidos.

Trabalhe numa área

ventilada, para não estar

exposto a gases tóxicos.

Interações

Interações

***Não** trabalhe próximo a*

intermoleculares

intermoleculares

O

chamas ou aparelhos elécc

tricos (uma faísca poderia

SEN

causar um incêndio).

SOIld

Evite contato direto com

: A

Cola

Cola

a pele. Seja cuidadoso com

ES

os olhos, o nariz e a boca.

çõA

Algumas colas aderem

TRS

instantaneamente à pele e

Ilu

não podem ser removidas.

Objeto A

Objeto A Objeto B

Objeto B

Atente às recomendações

Objeto A

Objeto A

Objeto B

Objeto B

Cola

Cola

do fabricante.

o de 1998.eir

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

a) *HBr*

g) *CH2O*

36. *Qual das substâncias abaixo apresenta moléculas*

b) *F2*

h) *SO2*

que, nos estados sólido e líquido, estão associadas

c) *CH4*

i) *CC,4*

por ligações de hidrogênio?

d) *CH3OH*

j) *H2S*

a) *H*

e) *CH*

2

c) *NH3*

e) *NaH*

3NH2

k) *PC,3*

b) *CH4*

d) *PH3*

f) *CS2*

l) *HCN*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Resolução

38. *(IME-RJ) Indique a característica apresentada pela odução pr*

• As moléculas de H

molécula do composto BF

2 são ***apolares*** *e interagem por*

3 para as propriedades

Repr

meio de interações ***dipolo instantâneo-dipolo***

abaixo.

induzido.

a) *Geometria molecular.*

• *As moléculas de CH4 também são* ***apolares*** *e se*

b) *Ângulo de ligação.*

associam por forças tipo ***dipolo instantâneo-***

c) *Polaridade de ligação.*

-dipolo induzido.

d) *Polaridade de molécula.*

• *Nas moléculas de NH3 há hidrogênio ligado dire-*

e) *Ligação intermolecular.*

tamente a nitrogênio. Quando, em uma molécula,

existe ***H ligado a F, O ou N****, tal molécula estabe-39. (Unicamp-SP) As pontes de hidrogênio formadas lece* ***ligação de hidrogênio*** *com outra molécula*

entre moléculas de água (HOH) podem ser represen-

igual a ela.

tadas por:

• *A molécula de PH3 é* ***polar*** *e, assim, estabelece*

com outras moléculas dessa mesma substância

O

O

interações ***dipolo-dipolo***.

H

H

H

H

• A substância NaH é ***iônica*** *(Na é metal e H é não*

O

metal). É, portanto, ***formada por íons*** *e não por*

moléculas.

H

H

Alternativa ***c****.*

O

O

H

H

H

H

37. *Indique qual é o tipo de interação intermolecular Com base nesse modelo, represente as pontes de*

predominante que mantém unidas as moléculas das

hidrogênio que existem entre moléculas de amônia

seguintes substâncias, nos estados sólido e líquido.

(NH3).

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

40. *(PUC-PR) As festas e eventos têm sido incrementados*

d) *Na solidificação do gás carbônico ocorre a forma-*

com o efeito de névoa intensa do gelo-seco, o qual é

ção de forças intermoleculares dipolo-dipolo.

constituído de gás carbônico solidificado.

e) *Sendo a molécula de CO2 apolar, a atração entre*

A respeito do fato, pode-se afirmar:

as moléculas se dá por dipolo instantâneo-dipolo

a) *A névoa nada mais é que a liquefação do gás carbô-*

induzido.

nico pela formação das forças intermoleculares.

41. *(UFS-SE) Quando um gás nobre sofre liquefação,*

b) *O gelo-seco é uma substância composta e encontra-*

seus átomos ficam unidos uns aos outros por ligações

-se na natureza no estado líquido.

químicas denominadas:

c) *O gelo-seco é uma mistura de substâncias adicio-*

a) *covalentes.*

d) *pontes de hidrogênio.*

nadas ao gás carbônico e, por essa razão, a mistura

b) *iônicas.*

e) *van der Waals.*

se solidifica.

c) *metálicas.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

42. *(UFRGS-RS) O gás metano (CH4) pode ser obtido no* ***44.*** *(UEPG-PR) O nitrogênio, principal constituinte do espaço sideral pelo choque entre os átomos de hi-ar atmosférico, é uma substância apolar que pode*

drogênio liberados pelas estrelas e a grafite presente

ser liquefeita a baixas temperaturas. Nesse estado,

na poeira cósmica. Sobre as moléculas do metano

as forças que unem as moléculas umas às outras são

pode-se afirmar que o tipo de ligação intermolecular

conhecidas como:

o de 1998.eir

e sua geometria são, respectivamente:

a) *pontes de hidrogênio.*

a) *ligações de hidrogênio e tetraédrica.*

b) *interações dipolo-dipolo.*

b) *forças de van der Waals e trigonal plana.*

c) *ligações metálicas.*

c) *covalentes e trigonal plana.*

d) *pontes bissulfeto.*

d) *forças de van der Waals e tetraédrica.*

e) *forças de London.*

e) *ligações de hidrogênio e trigonal plana.*

45. *(UFC-CE) Os agregados moleculares são mantidos*

por interações físicas (forças intermoleculares) dis-

43. *(UFG-GO) Superfícies de vidro podem ser modifica-tintas daquelas que originam as ligações químicas.*

das pelo tratamento com clorotrimetilsilano, como

Por exemplo, as moléculas de água são mantidas

representado a seguir:

em um agregado molecular através das ligações de

CH3

hidrogênio, que são originadas das interações entre

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Si

OH

Si

O

Si

CH3

as extremidades opostas dos dipolos da água. Sobre

CH3

as pontes de hidrogênio, é correto afirmar que:

odução pr

a) *ocorrem frequentemente entre moléculas apolares,*

Repr

O

Si

OH

Si

O

Si(CH3)3

cc

em baixas temperaturas.

SEN

 n(CH3)3SiC,

 n HC,

b) *são mais fortes do que as ligações iônicas ou ele-*

SOIldA

Si

OH

Si

O

Si(CH

trovalentes.

3)3

***c)** contribuem decisivamente para a ocorrência da*

CH

água no estado líquido, a 25 ˚C e 1 atm.

3

Si

OH

Si

O

Si

CH3

***d)** são forças intermoleculares originadas da interação CH3*

entre dois átomos de hidrogênio.

Em qual superfície, se utilizada como janelas, a água

***e)** somente ocorrem nos agregados moleculares de*

escoa ria mais rapidamente? Justifique.

água, a 25 °C e 1 atm.

6 Forças intermoleculares e ponto de ebulição

Quando uma substância molecular passa do estado líquido (ou sólido) para o estado gasoso, ocorre o ***rompimento de ligações intermoleculares****.*

Por que as substâncias moleculares têm diferentes pontos de ebulição? Isso depende basicamente de dois fatores: o tamanho da molécula e o tipo de força intermolecular existente na substância.

183

É difícil levar em conta esses dois fatores ao comparar os pontos de ebulição de duas substâncias. É possível, contudo, fazer previsões úteis se mantivermos um desses fatores constante, ou praticamente constante.

Ao compararmos duas substâncias com o ***mesmo tipo de interação intermolecular****, a que tiver* ***maior tamanho*** *(estimado pela* ***maior massa molecular****) possuirá* ***maior ponto de ebulição****.*

Ao compararmos duas substâncias com ***massas moleculares próximas****, a que tiver* ***forças intermoleculares mais intensas*** *possuirá* ***maior ponto de ebulição****.*

Vapor

b Representação esquemática da

passagem das moléculas da fase líquida

para a fase de vapor. (Moléculas

representadas por esferas em cor

fantasiosa.) É importantíssimo notar

O

que ***as moléculas não são quebradas***

cc

SE

Líquido

***nem destruídas nesse processo**. Elas*

N

apenas são separadas umas das outras.

SO

o de 1998.

Il

Em outras palavras, são rompidas as

eir

dA

ligações entre as moléculas.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

ligações químicas entre átomos (ligações intera-

***46.** (UEL-PR) Ruptura de ligações por pontes de hidro-tômicas).*

gênio ocorre quando:

*Alternativa **d**.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

***a)** água gasosa é decomposta em hidrogênio e*

oxigênio.

47. *(UEPB) Moléculas de amônia (NH3) interagem e*

odução pr

b) *hidrogênio líquido se vaporiza.*

mantêm-se unidas através de uma ligação extraordi-

Repr

c) *vapor-d'água se condensa.*

nariamente forte conhecida por ponte de hidrogênio.

d) *água líquida se evapora.*

Observe os desenhos abaixo e escolha a alternativa

e) *gás d'água (mistura de CO □ H*

que corresponde, simplificadamente, à fervura da

2) entra em com-

bustão.

amônia:

a)

Resolução

c)

e)

Numa reação química (como a que aparece na

alternativa ***a****) há um rearranjo de átomos, ou seja,*

eles passam a se unir de maneiras diferentes. Nas

reações químicas são rompidas e formadas ligações

O

químicas entre átomos (ligações interatômicas).

cc

SE

Na ***vaporização do H***

N

2 *(apolar) líquido são* ***rompidas***

SO

interações dipolo instantâneo-dipolo induzido*.*

Ild

Na ***condensação do vapor de água*** *(quando as mo-*

b)

d)

: A

ES

léculas se unem e passam da fase de vapor para a

çõA

fase líquida) são ***formadas ligações de hidrogênio****.*

TRS

Na ***evaporação da água*** *(quando as moléculas se*

Ilu

separam e passam da fase líquida para a fase de

vapor) são ***rompidas ligações de hidrogênio****.*

A combustão é um exemplo de reação química.

Nas reações químicas são rompidas e formadas

Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

48. *(UFRGS-RS) A intensificação das interações intermo-*

leculares ocorre quando:

a) *a água entra em ebulição.*

b) *o vapor de água sofre condensação.*

c) *a água, a altas temperaturas, decompõe-se em*

oxigênio e hidrogênio.

d) *o vapor de água é aquecido.*

e) *o gelo sofre fusão.*

51. *(ESPM-SP) O butano (C_4H_{10}) tem massa molecular*

58 u, e o etanol (C_2H_5OH), 46 u. O butano é um gás

em condições ambientes, sendo utilizado como gás de

cozinha, ao passo que o etanol é um líquido usado

como combustível. Apesar de o etanol ser mais leve

que o butano, ele se encontra no estado líquido de-

vido a forças de atração intermoleculares intensas

que têm origem nas hidroxilas (OH). Qual o nome

dessa ligação intermolecular?

49. *(Unicamp-SP) Considere os processos I e II representados pelas equações:*

52. *(UFF-RJ) O gás carbônico liberado na atmosfera, originário da queima de combustíveis fósseis, é*

H2O (,) →I H2O (g) →

II 2 H (g) O (g)

considerado o responsável pelo efeito estufa, já que

Indique quais ligações são rompidas em cada um

absorve ondas de calor refletidas pela superfície

desses processos.

terrestre, provocando o aquecimento da atmosfera.

50. *(Vunesp) Considere as afirmações.*

Por outro lado, o hidrogênio é considerado combus-

I. Comparando duas substâncias com o mesmo tipo de

tível não poluente, pois o seu produto de queima é a

interação intermolecular, a que possuir maior massa

água, que também absorve ondas de calor; porém,

molecular possuirá maior ponto de ebulição.

condensa-se facilmente em função do seu ponto de

ebulição, ao contrário do CO

II. Comparando duas substâncias com massas molares

2.

próximas, a que possuir forças intermoleculares

Com base nessas informações, pode-se afirmar que

mais intensas possuirá maior ponto de ebulição.

a diferença de ponto de ebulição entre o CO2 e o H2O

relaciona-se:

o de 1998.eir

III. O ponto de ebulição é propriedade específica de

uma substância.

a) *à interação iônica das moléculas do CO2.*

Está correto o contido em:

b) *ao menor peso molecular da água.*

a) *I apenas.*

d) *I e II apenas.*

c) *à polaridade da molécula da água.*

b) *II apenas.*

e) *I, II e III.*

d) *ao conteúdo de oxigênio das moléculas.*

c) *III apenas.*

e) *à diferença dos raios atômicos dos elementos.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Exercício Resolvido

Resolução

odução pr

53. *O gráfico mostra o ponto de ebulição das substân-Repr*

a) *Embora na sequência HF, HC,, HBr e HI haja*
cias formadas pelo hidrogênio e pelos elementos
aumento da massa da molécula, o HF destoa,
de cada um dos grupos 14, 15, 16 e 17 da tabela
apresentando maior ponto de ebulição devido
periódica em função da massa molecular. Com
ao tipo de interação intermolecular. Entre mo-
base nele, responda às perguntas.
léculas de HF ocorrem ***ligações de hidrogênio****,*
PE (°C)
interações mais fortes do que as do tipo dipolo-
-dipolo, que ocorrem entre as moléculas de HC,,
100
H2O
de HBr e de HI. A mesma razão (presença de
Grupo 16
HF

ligações de hidrogênio) faz H2O e NH3 possuí-

H

0

2Te

Grupo 17

H2Se

SbH

rem pontos de ebulição que destoam dentro

NH

3

3

H2S

AsH

HI

3

das sequências H

Grupo 15

2O, H2S, H2Se, H2Te e NH3,

HC

SnH

AdllSON SEccO

–100

HBr

4

PH3, AsH3, SbH3.

PH3

GeH4

Grupo 14

SiH

***b)** Em toda a sequência CH4, SiH4, GeH4, SnH4, o*

4

CH4

tipo de interação intermolecular é o mesmo:

–200

dipolo instantâneo-dipolo induzido. O CH

Massa da molécula

4

não destoa porque não apresenta um tipo de

***a)** Por que os pontos de ebulição de H2O, HF e NH3*

interação intermolecular diferente dos outros

destoam do comportamento das outras substân-

membros da série. O aumento do ponto de

cias formadas por elementos do mesmo grupo

ebulição na sequência CH4, SiH4, GeH4, SnH4

de O, F e N?

acompanha o aumento da massa da molécula.

***b)** Por que não acontece o mesmo com o CH4?*

185

54. (UFSM-RS) A temperatura de ebulição das substân-H O

cias normalmente aumenta à medida que aumenta

100

2

a sua massa molecular. Analisando o gráfico, que

75

mostra a temperatura de ebulição (T. E.) de ácidos

50

halogenídricos, percebe-se que o HF tem um com-

°C

portamento anômalo.

25

HF

O

H Te

cc

T. E.

2

SE

HF

0

N

SOIl

O

Temperatura –25

H Se

d

2

A

cc

HI

HI

SEN

–50

SO

H S

Il

2

dA

HBr

–75

HBr

HC

HC

Massa molecular

–100

2o

3o

4o

5o

Esse comportamento do ácido fluorídrico pode ser

atribuí do a (à):

01. A partir do 3o período, as moléculas dos hidretos

***a)** fortes ligações covalentes entre os átomos.*

se tornam maiores e os seus pontos de ebulição

***b)** formação de cristais covalentes.*

aumentam.

***c)** interações do tipo forças de van der Waals.*

02. A água e o fluoreto de hidrogênio têm pontos

***d)** interações do tipo pontes de hidrogênio.*

de ebulição mais altos do que os previsíveis em

***e)** fortes ligações iônicas entre os átomos.*

relação ao tamanho de suas moléculas.

04. A 25 °C e 1 atm, todas as substâncias represen-

o de 1998.

***55.** (EEM-SP) As substâncias, dadas pelas suas fórmulas tadas estão no estado físico gasoso, com exceção*

eir

moleculares, CH4, H2S e H2O estão em ordem cres-

da água.

cente de seus pontos de ebulição. Explique por que,

do ponto de vista estrutural, esses compostos estão

08. O HF e a H2O apresentam forças de atração inter-

nessa ordem.

moleculares características de moléculas polares,

contendo átomos de hidrogênio ligados a átomos

56. *(UFSC) O ponto de ebulição das substâncias químicas muito eletronegativos.*

pode ser utilizado para se estimar a força de atração

16. A □50 °C e 1 atm, o H

entre as moléculas. O gráfico de temperaturas de

2Se está no estado físico

líquido.

ebulição, na pressão de 1 atmosfera, considera o

equilíbrio líquido-vapor dos hidretos das famílias 6A

57. *(Unicamp-SP) Os pontos de ebulição da água, da amô-e 7A da tabela periódica, em função do período do*

nia e do metano seguem a ordem H2O . NH3 . CH4.

elemento que se liga ao hidrogênio. Com base nela,

Explique essa sequência considerando os tipos de

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

julgue os itens como verdadeiros ou falsos:

forças intermoleculares e suas intensidades.

odução pr

Repr

Informe-se sobre a Química

Alotropia

Com os elementos químicos oxigênio, fósforo, carbono e enxofre ocorre um interessante fenômeno: eles formam mais de uma substância simples.

Alótropos são diferentes substâncias simples formadas por um mesmo elemento químico.

Quando um elemento apresenta alótropos, diz-se que ocorre o fenômeno da alotropia.

O elemento oxigênio forma os alótropos oxigênio e ozônio

O

cc

SEN

SOIld

 Nesse modelo de uma

 Nesse modelo de uma

: A

molécula de oxigênio O

ES

2,

molécula de ozônio O3, uma

a vareta representa uma

vareta representa uma ligação

çõA

ligação covalente dupla.

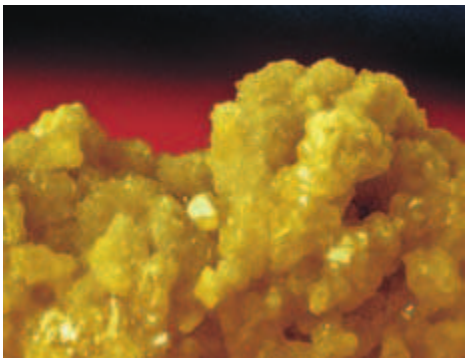
covalente dupla, e a outra,

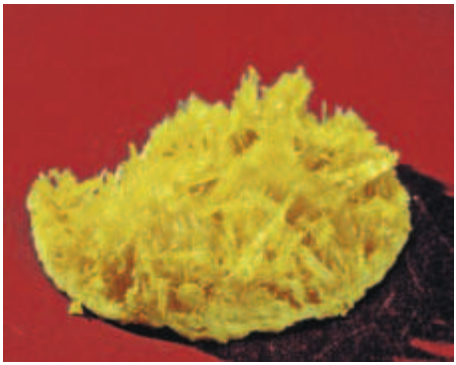
TRS

uma ligação covalente simples.

Ilu

186





Geometria molecular e ligações químicas intermoleculares

Capítulo 9

O elemento fósforo forma os alótropos fósforo branco e fósforo vermelho coce snosldi

: ase

çõarts

 Modelo de uma molécula

 Modelo de uma macromolécula de fósforo vermelho (Pn).

ilu

de fósforo branco (P4).

• ***Atenção***

O fósforo branco é tóxico e inflama-se

tinstock

espontaneamente em contato com o ar.

Recomenda-se que essa substância NÃO

esteja presente em instalações escolares

de ensino médio.

charles d. winters /Pr/la

 Fósforo vermelho e fósforo branco. O fósforo branco

é guardado imerso em água, pois, se exposto ao ar, sofre

combustão espontânea. Os pedaços de fósforo branco da foto

têm cerca de 1 cm de diâmetro.

o de 1998.eir

O elemento enxofre forma os alótropos enxofre rômbico e enxofre monoclínico t

hotoP

tinstock

tinstock

y/la

oc

ec

andrew lamber hy/science

n

Modelo de uma molécula

P librar

n s

o

o

s oc

de enxofre S8, que está

s

il

il

d ec

d

a s

presente tanto nos cristais de

a

hotograP

sidney moulds/Pr/la

enxofre rômbico quanto nos

 Cristais de enxofre rômbico.

de enxofre monoclínico.

 Cristais de enxofre monoclínico.

Cristais com cerca de 0,5 cm.

A rocha da foto tem cerca de 8 cm.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O elemento carbono forma os alótropos grafite, diamante, fulerenos e nanotubos odução pr

Repr

coce sn

ages

osldi

tty im

e

: a

g /

s

k

e

n a b

çõ

a

e g

r

a

t

m

s

i e h t / r r a t s & s e i v a d

ilu

 Modelo que representa a

 Diamante e grafite não só

 Modelo que representa o diamante

grafite (d 5 2,22 g/cm3), no

possuem aspectos diferentes como

(d 5 3,51 g/cm3), no qual as ligações

qual as ligações covalentes

também muitas propriedades

covalentes feitas por um átomo de

feitas por um átomo de

químicas e físicas distintas. Na foto,

carbono apresentam disposição

carbono apresentam disposição

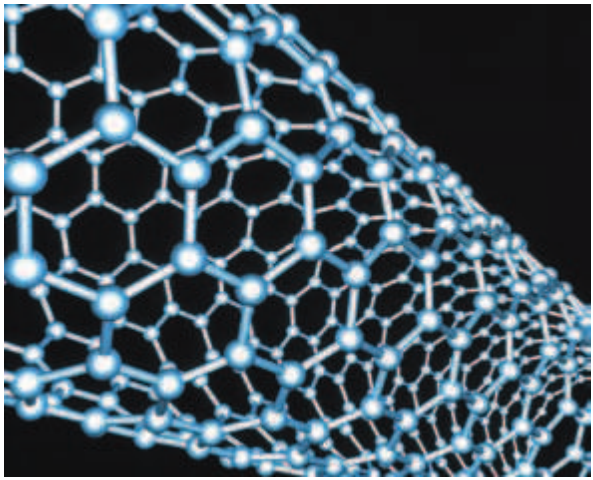
um diamante lapidado colocado

geométrica ***tetraédrica****.*

geométrica ***trigonal plana****.*

sobre pedaços de grafite.

Até a metade da década de 1980, só eram conhecidos dois alótropos do carbono: o duro, incolor e valioso diamante, e a escura, quebradiça e pouco valiosa grafite. Porém, em 1985, o inglês Harold Kroto e os estadunidenses Richard Smalley e Robert Curl anunciaram a descoberta de uma nova forma alotrópica.



Essa nova variedade era bem diferente das ou-

Seu diâmetro é de 0,7 nm (1 nm 5 1 nanômetro 5

tras duas. Em vez de cristais com uma infinidade de

5 10□9 m).

átomos unidos (como o diamante e a grafite), o novo

Desde essa descoberta, outros fulerenos já foram

alótropo é constituído por moléculas com 60 átomos

sintetizados, como, por exemplo, o C

de carbono (C

70. Sua molécula

60). Foi nomeado buckminsterfulereno,

não é tão esférica como a do C

porém é mais conhecido como

60, lembrando mais

fulereno.

o aspecto de um ovo. Também já foram produzidos

A molécula de fulereno (conhecida como buckyball)

fulerenos em forma de tubos cilíndricos, chamados

se parece com uma bola de futebol microscópica.

de nanotubos.

O

cc

HOTO pE

SE

c

TINSTOck

N

IEN

SO

c

y/lA

Il

/S

d

A

RAR

k

: A

lIb

ES

pASIE

çõA

TRS

Ilu

 Modelo para a molécula de C60.

 Modelo para a molécula de C70.

 Modelo molecular, gerado por

computador, de um nanotubo.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

o de 1998.eir

(Ufop-MG) Enunciado comum às questões 1

4. *Qual das estruturas representa um retículo crista-a 5:*

lino iônico?

As figuras abaixo mostram as estruturas de alguns

5. *Quais das estruturas representam macromolécu-*

elementos comuns e seus compostos.

las (retículo cristalino covalente)?

A

C

6. *(UFF-RJ) O oxigênio, fundamental à respiração dos animais, e o ozônio, gás que protege a Terra dos*

O

cc

efeitos dos raios ultravioleta da luz solar, diferem

SEN

quanto:

SOIld

a) ao número de prótons dos átomos que entram

: A

em suas composições.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ES

çõA

E

***b)** ao número atômico dos elementos químicos*

TR

odução pr

S

B

D

que os formam.

Ilu

Repr

***c)** à configuração eletrônica dos átomos que os*

compõem.

***d)** à natureza dos elementos químicos que os*

***1.** Qual das estruturas mostra o arranjo de átomos*

originam.

em um diamante?

e) ao número de átomos que compõem suas

2. *Qual das estruturas mostra o arranjo de íons em*

moléculas.

um cristal de cloreto de sódio?

7. *Apesar de serem constituídos pelo mesmo ele-*

3. *Qual das estruturas corresponde a uma subs-*

mento, o diamante e a grafite apresentam proprie-

tância que conduz corrente elétrica no estado

dades bem diferentes. Cite algumas diferenças

sólido?

entre essas substâncias.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — ligações intermoleculares

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Molécula

nela, átomos

tem

se unem

por

1

2

Ligação iônica

depende

da

pode

pode

pode ser

ser

ser

o caso

determinada

extremo

usando a

é a

Teoria da repulsão

por

3

4

dos pares

exemplo

eletrônicos da

o de 1998.

camada de valência

depende da

eir

diferença de

é

Propriedade

Eletronegatividade

periódica

Linear

Angular

Trigonal

influencia o

plana

Momento

de dipolo

expressa a

Polaridade

Piramidal

5

(da ligação)

das ligações

a soma de

interage com

todos, em

outras por

uma molécula,

depende

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

meio de

fornece o

da

Ponto de

odução pr

ebulição

Forças (ou ligações,

Repr

ou interações)

6

intermoleculares

Solubilidade

influencia

influenciam

pode

pode

ser

ser

7

8

então,

então,

é uma

é uma

Molécula

Molécula

polar

apolar

podem ser dos tipos

Ligações de

Dipolo permanente-

Dipolo instantâneo-

hidrogênio

-dipolo permanente

-dipolo induzido

O

Condutividade elétrica

APÍTULC 10 de soluções aquosas

FRANK KRAHMER/MASTERFILE/OTHER IMAGES

Alguns conteúdos importantes:

 No capítulo 8, comentou-se

Generalizações empíricas (isto é, baseadas em experimentos) que substâncias moleculares

provenientes de testes de condutividade elétrica de soluções não apresentam condutividade

aquosas de substâncias iônicas e moleculares

elétrica apreciável. A água é

um exemplo de substância

Dissociação iônica

molecular. Apesar disso, sabe-se

que a água do mar tem elevada

Ionização

capacidade de conduzir

Solução eletrolítica

corrente elétrica. Após estudar

este capítulo, tente explicar a

Solução não eletrolítica

razão disso. Na foto, costa da

Bretanha, França.

Solução iônica

Solução molecular

Eletrólito

190

Condutividade elétrica de soluções aquosas

Capítulo 10

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• *solução eletrolítica*

k c

/u TOSR

• *solução não eletrolítica*

l 4 E

EE TT

m u

A

• *dissociação iônica*

k SH

Risco de

• *ionização*

choque elétrico

AdIlSON SEccO

• *eletrólito*

• *dissolução de HC,*

• *dissolução de açúcar*

• *dissolução de NaC,*

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

No capítulo 8 foram estudados três tipos de ligações químicas interatômicas (ligações entre átomos): a iônica, a covalente e a metálica.

Vimos que certas propriedades macroscópicas das substâncias, tais como ponto de fusão e condutividade elétrica, permitem classificá-las em três grupos: as substâncias oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

iônicas, as moleculares e as metálicas. Também vimos que é possível explicar o fato de uma substância conduzir, ou não, corrente elétrica levando-se em consideração se na sua odução pr

estrutura há, ou não, cargas elétricas livres para se movimentarem.

Repr

O capítulo 8 não mencionou, porém, testes de condutividade elétrica de misturas de substâncias. A água é um composto formado por moléculas. Vimos que compostos moleculares não apresentam boa condutividade elétrica. Acontece que há substâncias que, dissolvidas em água, produzem uma mistura com acentuada capacidade de conduzir eletricidade.

Na história da Química, testar a condutividade elétrica de misturas homogêneas feitas dissolvendo-se diferentes substâncias em água (soluções aquosas) conduziu, entre outros, ao estabelecimento de dois conceitos: o de dissociação iônica e o de ionização. Esses conceitos, por sua vez, foram muito relevantes para estabelecer as bases da chamada Química Inorgânica.

É assim que este capítulo 10 se justifica. Ele é, por um lado, uma continuação do capítulo 8. Vamos tomar contato com resultados experimentais de testes de condutividade elétrica de soluções aquosas e conhecer como os químicos explicam os resultados desses testes. Por outro lado, este capítulo fornece conceitos essenciais para continuar os estudos de Química, notadamente da Química Inorgânica, que será abordada nos capítulos 11 e 12.

-
-
-
-

1 Algumas soluções conduzem corrente elétrica

-
-
-

COCE

K

S

C

N

/

O

U TO

S

S

L

L 4 RE

DI

EE TT

: A

M U

S

A H

E

K S

ÇÕA

Risco de

RT

choque elétrico

S

ILU

NaC\uf0a7 dissolvido

C12H22O11 dissolvido

HC\uf0a7 dissolvido

em água

em água

em água

• ***ATENÇÃO***

O experimento ilustrado acima é enfocado por sua importância para o estudo da Química.

Por ser perigoso (uso da rede elétrica), NÃO DEVE SER EXECUTADO PELOS ESTUDANTES, mesmo sob a supervisão do(a) professor(a).

Além disso, soluções de ácido clorídrico, HC (aq), são corrosivas e desprendem vapores irritantes, corrosivos e tóxicos.

o de 1998.eir

A solução aquosa de cloreto de sódio (NaC) conduz corrente elétrica, como evidenciado em

. Testes similares permitiram enunciar, de modo geral, que: As substâncias iônicas, quando dissolvidas em água, produzem uma solução que ***conduz*** *corrente elétrica.*

O açúcar de cana (C12H22O11) e o cloreto de hidrogênio (HC) são ambos moleculares.

Conforme revelou a experiência feita, a solução aquosa de açúcar não conduziu corrente oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

elétrica (esquema), mas a solução de cloreto de hidrogênio sim (esquema). Muitos testes desse tipo, feitos em laboratório com soluções aquosas de substâncias moleculares, odução pr

permitiram generalizar:

Repr

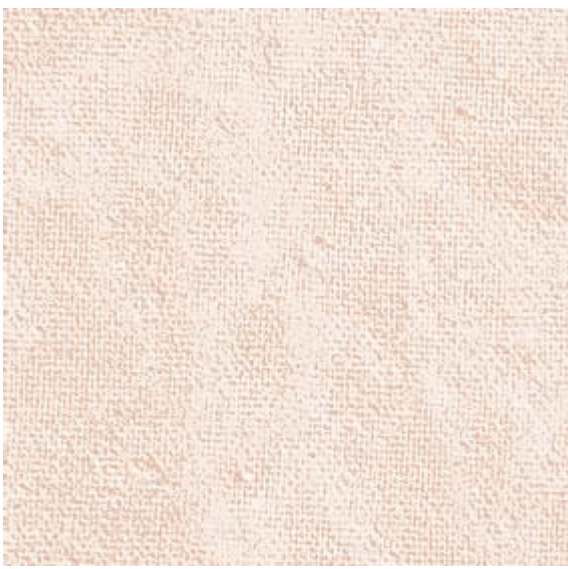
Algumas substâncias moleculares, quando dissolvidas em água, produzem solução aquosa que ***não conduz*** *corrente elétrica. Exemplos delas são o açúcar de cana (açúcar comum, ou sacarose, C12H22O11), a glicose (C6H12O6), o álcool comum (C2H6O) e a ureia (CH4N2O).*

Algumas substâncias moleculares, quando dissolvidas em água, produzem solução aquosa que ***conduz*** *corrente elétrica. Exemplos são o cloreto de hidrogênio (HC), o brometo de hidrogênio (HBr) e a amônia (NH3).*

2 Dissociação iônica e ionização

2.1 O NaC sofre dissociação iônica

Quando o cloreto de sódio é dissolvido em água (lembre-se: dissolver é o ato de fazer uma solução), os íons presentes no seu retículo cristalino são separados por ação da água.



Condutividade elétrica de soluções aquosas

Capítulo 10

Esquema da dissociação iônica do NaC,

Cristal de

NaC *sólido*

(composto iônico)

Moléculas

Cátion Na+

Íon C –*

Íon Na+

de H O

2

envolto por

moléculas

de água

Ânion C–*

(hidratado)

envolto por

moléculas

de água

(hidratado)

AdIlSON SEccO

Cristal dissolvendo-se

(Esquema sem escala, em cores fantasiosas.)

***dissociação iônica** é a separação dos íons de uma substância iônica, que acontece quando ela se dissolve em água.*

o de 1998.eir

Um material pode conduzir corrente elétrica desde que apresente cargas Em uma equação química:

elétricas livres para se movimentarem. Perceba que a solução aquosa de (s) indica sólido;

cloreto de sódio tem íons livres e, portanto, isso está de acordo com o fato de ela conduzir corrente elétrica.

(,) indica líquido;

A dissociação iônica do NaC, em água pode ser assim equacionada: (g) indica gasoso;

(aq) indica aquoso.

NaC, (s) # Na (aq) C, (aq)

2.2 O açúcar NÃO sofre dissociação iônica

O açúcar de cana (C12H22O11), ao contrário do sal, é uma substância oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

formada por moléculas. Quando ele se dissolve em água, suas moléculas são separadas por ação da água.

odução pr

Repr

Esquema da dissolução do açúcar em água

Cristal de

Moléculas de H O

C

2

12H22O11 sólido

(composto

Molécula

molecular)

Molécula

AdIlSON SEccO

C12H22O11

de açúcar

envolta por

moléculas

de água

(hidratada)

não confunda

Cristal

dissolvendo-se

dissolução com

(Esquema sem escala, em cores fantasiosas.)

dissociação iônica!

A separação das moléculas do açúcar ***não*** *pode ser chamada de disso-dissolução 5 ato de dis-*

ciação iônica, uma vez que não há íons se separando. Tal processo não possui solver, processo que ocorre

quando uma substância se

nenhum nome em particular. Se você precisar se referir a esse acontecimento, dissolve em outra.

diga apenas que "o açúcar ***se dissolveu*** *em água".*

A dissolução do açúcar em água pode ser assim equacionada:

dissociação iônica *5 se-*

paração dos íons.

C12H22O11 (s) # C12H22O11 (aq)

193

2.3 O HC, sofre ionização

O que ocorre ao dissolver o cloreto de hidrogênio (HC,) em água é um pouco diferente.

Quando o HC, se dissolve em água, suas moléculas não são apenas separadas e se dispersam na água, mas também são "quebradas" sob a ação desse líquido. Nessa quebra, ambos os elétrons da ligação covalente entre H e C, permanecem com o cloro; nenhum fica com o hidrogênio. Assim, ocorre a formação do cátion H□ e do ânion C,□. A solução resultante conduz eletricidade porque apresenta íons livres para se movimentarem.

Esquema da ionização do Hc,

Molécula de HC□

Molécula

sendo quebrada sob

de HC□

Cátion H+

(hidratado)

ação da água

HC□ gasoso

(composto

molecular)

AdIlSON SEccO

Solução

aquosa

de HC□

Ânion C□–

(hidratado)

o de 1998.eir

(Esquema sem escala, em cores fantasiosas.)

esteja atento ao uso correto das palavras

*Na **dissolução** do NaC, em água ocorre **dissociação iônica**.*

*Na **dissolução** do HC, em água ocorre **ionização**.*

*Na **dissolução** do C12H22O11 em água **não** ocorre nem dissociação iônica nem ionização.*

***ionização** é a formação de íons que acontece quando **algumas** substâncias moleculares se dissolvem em água. Exemplos de substâncias que se ionizam ao serem dissolvidas em oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

água são o cloreto de hidrogênio (HC,), o brometo de hidrogênio (HBr) e a amônia (NH3).

odução pr

Nem todas as substâncias moleculares sofrem ionização ao se dissolverem em água.

Repr

A ionização do HC, em água pode ser assim equacionada:

HC, (g) # H□ (aq) □ C,□ (aq)

3 Soluções eletrolíticas e soluções não eletrolíticas

***Solução iônica** ou **solução eletrolítica** é aquela que contém íons e, portanto, é condutora elétrica. Exemplos: solução aquosa de NaC, e solução aquosa de HC,.*

***Solução molecular** ou **solução não eletrolítica** é aquela que não contém íons e, portanto, não é condutora elétrica. Exemplo: solução aquosa de C12H22O11.*

*As substâncias que, dissolvidas em água, produzem solução condutora de corrente elétrica são denominadas **eletrólitos**. O NaC, e o HC, são exemplos de eletrólitos.*

Os eletrólitos nada mais são que as substâncias que, ao serem dissolvidas

em água, sofrem dissociação iônica ou sofrem ionização.

194

Condutividade elétrica de soluções aquosas

Capítulo 10

4

Comparando os comportamentos estudados

+

+

– + – +

–

+

– + – + –

+

+ – + – +

–

–

– + – + –

+

– + –

Solução aquosa

de NaC

Cloreto de

sódio sólido

NaC

é um

Solução iônica

composto iônico

ou ***eletrolítica***

o de 1998.eir

O

cc

Solução aquosa

SEN

de C

SO

12H 22O 11

Ild

: A

Sacarose sólida

ES

C

çõA

12H 22O 11 é um

Solução molecular *ou*

composto molecular

não eletrolítica

TRS

Ilu

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

–

+

Repr

–

+

+

–

Cloreto de hidrogênio

gasoso

Solução aquosa

de HC

HC é um

***Solução iônica** ou*

composto molecular

eletrolítica

(Esquemas sem escala, em cores fantasiosas.)

Podemos, agora, reunir o que estudamos neste capítulo e no capítulo 8 em um único esquema (veja no alto da próxima página) que mostra as situações práticas em que há interesse de saber se uma substância conduz, ou não, corrente elétrica, à pressão ambiente.

Note que neste esquema são incluídas informações sobre as substâncias metálicas, estudadas no capítulo 8. No entanto, nenhuma informação foi incluída sobre condutividade elétrica de suas soluções aquosas, já que substâncias metálicas não são solúveis em água.

usualmente é

e

Sólida

Não conduz

quando

Pura

se for muito aquecida pode

sofrer fusão e, então, torna-se

e

Substância

Líquida

Conduz

iônica

em

sofreu

e

Solução aquosa

Dissociação iônica

Conduz

quando

usualmente

Pura

Não conduz

Substância

molecular

se

então

Não sofreu ionização

Não conduz

em

Solução aquosa

se

Sofreu ionização

então

Conduz

Substância

quando

usualmente

Pura

Conduz

metálica

o de 1998.eir

reStA umA intereSSAnte perGuntA

Como eu posso prever se uma substância molecu-

dados oportunamente*. Esses casos relevantes de*

lar sofrerá ionização ao ser dissolvida em água?

substâncias moleculares que se ionizam quando

Não é em poucas palavras que podemos responder

dissolvidas em água são os ácidos inorgânicos e

de modo abrangente.

a amônia (estudados no capítulo 11), e os ácidos

Há, contudo, alguns casos muito significativos

carboxílicos, os fenóis e as aminas (estudados em

para a Química do ensino médio, que ***serão estu-***

Química Orgânica).

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Substâncias

odução pr

Repr

entre elas há

iônicas

moleculares

se forem solúveis

algumas

algumas

em água

Sofrem

não sofrem

Sofrem

dissociação iônica

ionização

ionização

exemplos importantes

exemplos

Hidróxidos

Sais

importantes

(cap. 11)

(cap. 11)

Ácidos inorgânicos

Amônia

Ácidos carboxílicos

Fenóis

Aminas

(cap. 11)

(cap. 11)

(química Orgânica)

(química Orgânica)

(química Orgânica)

196

Condutividade elétrica de soluções aquosas

Capítulo 10

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

a) *Acesa em II e apagada nas demais.*

A tabela periódica é um instrumento de consulta!

b) *Apagada em I e acesa nas demais.*

1. *O que os químicos denominam* ***solução eletrolítica****?*

c) *Apagada em I e II.*

E ***solução não eletrolítica****?*

d) *Acesa em I, II e III.*

e) *Acesa em I e apagada nas demais.*

2. *Conceitue* ***solução iônica*** *e* ***solução molecular****.*

7. *(Uerj) A experiência a seguir é largamente utilizada* ***3.*** *Sobre o cloreto de sódio, NaC,, responda e justifique.*

para diferenciar soluções eletrolíticas de soluções

a) *Considerando os elementos que o formam, trata-se*

não eletrolíticas. O teste está baseado na condu-

de um composto iônico ou molecular?

tividade elétrica e tem como consequência o acen-

b) *Dissolvido em água, esse composto sofre dissocia-*

dimento da lâmpada.

ção iônica, ionização ou nenhuma delas?

***c)** A solução aquosa desse composto é condutora de*

corrente elétrica?

Gerador

□

***4.** Sobre o cloreto de hidrogênio, HC,, responda e jus-elétrico*

□

tifique.

Recipiente

***a)** É um composto iônico, molecular ou metálico?*

AdIlSON SEccO

***b)** Sabe-se que o cloreto de hidrogênio, quando*

Solução

o de 1998.eir

dissol vido em água, produz solução iônica. Com

base nisso, pode-se afirmar que, ao ser dissolvido

em água, esse composto sofre dissociação iônica,

A lâmpada acenderá quando no recipiente estiver

ionização ou nenhu ma delas?

presente a seguinte solução:

***c)** A solução aquosa desse composto conduz corrente*

a) *O2 (,)*

c) *HC, (aq)*

elétrica ou não?

b) *H2O (,)*

d) *C6H12O6 (aq)*

5. *Sobre o açúcar comum, C*

8. *(UFPI) Uma das características de substâncias que 12H22O11, responda e justifique.*

apresentam ligação iônica é:

a) *É uma substância iônica, molecular ou metálica?*

a) *apresentar ponto de fusão inferior a 150 °C.*

b) *Sabe-se que o açúcar comum, quando dissolvido*

b) *conduzir corrente elétrica no estado sólido.*

em água, produz solução molecular. Dada essa

c) *ser um líquido com ponto de ebulição superior a*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

informação, decida se, ao ser dissolvido em água,

150 °C.

esse composto sofre dissociação iônica, ionização

d) *apresentar os íons agrupados através de pontes de*

odução pr

Repr

ou nenhuma delas.

hidrogênio.

c) *A solução aquosa desse composto conduz corrente*

e) *conduzir corrente elétrica em solução aquosa ou*

elétrica ou não?

no estado fundido.

6. *(UFPE) Considere a figura a seguir:*

9. *(Unifor-CE) A boa condutibilidade elétrica das soluções aquosas de*

cloreto de sódio deve-se ao movi-

mento de:

a) *elétrons livres.*

b) *elétrons compartilhados.*

c) *moléculas solvatadas.*

AdIlSON SEccO

d) *moléculas dispersas.*

e) *íons dispersos.*

10. *(PUC-RJ) Escolha, entre as substâncias abaixo, aque-e as seguintes possibilidades para o líquido existente*

la que tem as seguintes propriedades: não conduz a

no interior do copo:

corrente elétrica no estado sólido, mas conduz em

I. H2O

solução e é solúvel em solventes polares, como a

II. H

água.

2O □ glicose

III. H

a) *NaC,*

d) *C,*

2O sal de cozinha

2

Qual alternativa melhor descreve a condição da lâm-

b) *Na*

e) *H2*

pada?

c) *HC,*

197

11. *(PUC-MG) Observe atentamente as afirmações abaixo: I. São encontradas na natureza no estado sólido.*

II. Apresentam alta condutividade elétrica em solução aquosa.

III. Apresentam alto ponto de fusão.

Essas propriedades são características das substâncias:

a) *NaC, e CC,4*

b) *Ag e Fe*

c) *NH3 e KC,*

d) *KF e CaC,2*

12. *(F. Dom Bosco-DF) Qual a afirmação falsa?*

a) *O HC, é uma substância molecular que se ioniza ao se dissolver em*

água.

b) *A separação dos íons do retículo cristalino que ocorre quando uma substância iônica se dissolve em água chama-se ionização.*

c) *Substâncias iônicas apresentam ligações iônicas.*

d) *As substâncias moleculares podem ocorrer no estado sólido, líquido ou gasoso nas condições ambientais.*

e) *Toda substância iônica é sólida nas condições ambientais.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

13. *(Unicamp-SP) Água pura é um mau condutor de corrente elétrica. O ácido sulfúrico puro (H2SO4) o de 1998.*

também é mau condutor. Explique o fato de uma solução diluí da de ácido sulfúrico, em água, ser eir

boa condutora de corrente elétrica.

14. *(Unicamp-SP) Indique, nas afirmações a seguir, o que é correto ou incorreto, justificando sua resposta em poucas palavras. "Uma solução aquosa de cloreto de hidrogênio apresenta o número de cátions H igual ao de ânions C, . Portanto é eletricamente neutra e não conduz a eletricidade."*

15. *(Vunesp) As substâncias X, Y e Z, sólidas à temperatura ambiente, apresentam as propriedades físicas resumidas na tabela.*

Solubilidade

Condutividade elétrica

Condutividade elétrica

Condutividade elétrica

Substância

em água

do sólido

no estado fundido

em solução aquosa

X

solúvel

não conduz

conduz

conduz

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Y

insolúvel

conduz

conduz

—

Z

insolúvel

não conduz

não conduz

—

odução pr

Repr

Com base nesses dados, conclui-se que:

a) *X é uma substância iônica; Y e Z são substâncias covalentes.*

b) *X é uma substância iônica; Y é um metal e Z é uma substância covalente.*

c) *X é uma substância covalente; Y e Z são substâncias iônicas.*

d) *X e Y são substâncias covalentes e Z é uma substância iônica.*

e) *X, Y e Z são substâncias iônicas.*

16. *(Uerj) A nanofiltração é um processo de separação que emprega membranas poliméricas cujo diâmetro de poro está na faixa de 1 nm (1 nm □ 10□9 m).*

Considere uma solução aquosa preparada com sais solúveis de cálcio, magnésio, sódio e potássio.

O processo de nanofiltração dessa solução retém os íons diva lentes, enquanto permite a passagem da água e dos íons monovalentes.

As espécies iônicas retidas são:

a) *sódio e potássio.*

b) *potássio e cálcio.*

c) *magnésio e sódio.*

d) *cálcio e magnésio.*

17. *(UFMG) Considere cada uma das seguintes substân cias, todas no estado sólido: cloreto de sódio, diamante, iodo e sódio.*

a) *Cite o sólido que não conduz corrente elétrica, mas se torna bom condutor quando fundido.*

Justifique o fato de a substância ser condutora no estado líquido.

b) *Cite o sólido cujo cristal é mantido coeso, principalmente por interações de van der Waals. Justifique sua resposta.*

Condutividade elétrica de soluções aquosas

Capítulo 10

Informe-se sobre a Química

O emprego de parâmetros físicos e químicos para

a avaliação da qualidade de águas naturais

[Existem parâmetros físicos e químicos que podem ser usados para caracterizar a qualidade da água como, por exemplo, temperatura, pH – que expressa o grau de acidez ou de basicidade de uma solução –, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Estas variáveis são utilizadas,] "juntamente com parâmetros para coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato total, fosfato total, turbidez e sólidos totais – para o cálculo do índice de qualidade das águas (IQA), utilizado por agências brasileiras de monitoramento/regulamentação ambiental, caso da Companhia de Tecnologia de Sanea-mento Ambiental (CETESB), tendo como objetivo principal a utilização das águas para o abastecimento público. […]

[A condutividade elétrica da água depende da concentração de íons em solução, ou seja, indica a quantidade de sais presentes e, portanto, pode ser usada como medida indireta da concentração de substâncias poluentes, uma vez que a composição natural da água foi modificada. A condutividade aumenta à medida que mais sólidos iônicos são adicionados, dando origem a íons livres em solução.] Esse parâmetro não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras. […]

o de 1998.eir

Tais despejos, provenientes em sua maioria de residências, compõem-se basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, detergentes e águas de lavagem, contendo elevada quantidade de matéria orgânica, que contribuem para a entrada, no corpo d'água, de espécies iônicas como cálcio, magnésio, potássio, sódio, fosfatos, carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos e amônia, dentre outras."

***Fonte** (Texto adaptado)**:** ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S. e MATHEUS, C. E. Química Nova na Escola.*

n. 1, v. 1, fevereiro, 2009. p. 3.

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

1. *Além dos citados no texto (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica), existem outros parâmetros, como a concentração de algumas espécies químicas (íons, odução pr*

moléculas) específicas, que são usados pela CETESB para monitorar a qualidade da água.

Repr

Pesquise e cite algumas dessas espécies químicas que causam o aumento da condutividade elétrica da água.

2. *Por que não é possível discriminar quais poluentes estão presentes na água por meio da medida de condutividade?*

3. *Pesquise o que é demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Por que este fator é importante na monitoração do nível de poluição das águas?*

4. *Discuta em grupo e depois faça um pequeno texto sobre a importância da monitoração dos níveis de poluentes na água.*

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

o

princípios da

APÍTULC 11 química inorgânica

Alguns conteúdos importantes:

Definição operacional de ácido e de base

Indicador ácido-base

Conceituação de Arrhenius para ácido

e para base

Fórmula, nomenclatura, classificação

e propriedades principais dos ácidos,

das bases, dos sais e dos óxidos

o de 1998.eir

Força de eletrólitos

Noções sobre poluição atmosférica

 O molho vinagrete contém ácido

acético, um ácido fraco.

SE

AGm

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

y IT

ET/G

odução pr

xpId

Repr

OO/FA

AR

Iw

AG HNIA

bR

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns

e

termos e conceitos. Indique no seu caderno

Ga

iM

aqueles que você julga que estejam relaciona-

R eht

dos à imagem e justifique sua escolha. Discuta

Oy/M

com seus colegas e apresente as conclusões ao

la/a

professor.

isninGc

• sal

Mn

ya

• óxido ácido

R

• óxido básico

• peróxido de hidrogênio

• efeito estufa

• chuva ácida

m Estátua exposta ao tempo no Leeds City Hall, Inglaterra, em 2007.

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

As substâncias químicas podem ser agrupadas em dois grandes conjuntos: as orgânicas e as inorgânicas. Essa distinção é muito antiga e iniciou-se com a crença de que as substâncias presentes nos seres vivos (por exemplo, proteínas, gorduras, óleos, açúcares e vitaminas) só podiam ser produzidas

por organismos, jamais em ambiente de laboratório. Tais substâncias foram denominadas orgânicas. Todas as oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

demais substâncias (por exemplo, as existentes nas rochas) foram denominadas inorgânicas.

odução pr

A crença mencionada ruiu no século XIX, graças a inúmeras evidências experimentais Repr

obtidas por químicos da época. A partir de então, passou-se a considerar como substâncias orgânicas os compostos do elemento químico carbono. Eles são objeto de estudo da chamada Química Orgânica.

São modernamente denominadas substâncias inorgânicas aquelas que não contêm carbono em sua composição. Também são consideradas inorgânicas algumas substâncias que contêm carbono; é o caso do dióxido de carbono, do monóxido de carbono, da grafite, do diamante, do ácido carbônico, do ácido cianídrico, dos sais carbonatos e dos sais cianetos.

As substâncias inorgânicas são estudadas pela Química Inorgânica. Para facilitar, os químicos dividem-nas em grupos cujas características e propriedades se assemelham.

Cada um desses grupos é chamado de função inorgânica.

Neste capítulo, você conhecerá quatro importantes funções inorgânicas — os ácidos, as bases, os sais e os óxidos — e aprenderá suas propriedades mais relevantes. Você também terá noções sobre algumas das substâncias inorgânicas presentes em nosso dia a dia e estudará alguns aspectos relevantes da poluição atmosférica.

1 Conceituação de ácidos e de bases

• ATENÇÃO

Para evitar

1.1 Defi nição operacional de ácidos e de bases

acidentes,

os materiais

descritos neste

Existem em nosso cotidiano substâncias que apresentam sabor azedo, tais como o capítulo devem

suco de limão e o vinagre. Há também substâncias que apresentam sabor adstringente, ou ser preparados e

MANUSEADOS

seja, "amarram" a boca. É o caso da banana, do caju e do caqui verdes e também do leite EXCLUSIVAMENTE

de magnésia. Na verdade, esses dois tipos de sabor, o azedo e o adstringente, caracterizam PELO(A)

dois grandes grupos de substâncias: os ácidos e as bases.

PROFESSOR(A).

Mesmo em

pequena

quantidade, podem

Provar toda e qualquer substância a fim de classificá-la é, no mínimo, um

ser corrosivos,

***procedimento tolo e muito perigoso, que jamais deve ser feito**.*

causar queimaduras

e irritar a pele e

os olhos. Alguns

Químicos do passado perceberam que as substâncias de sabor azedo, os ácidos, quando deles desprendem

vapores irritantes

misturadas ao suco de uva ou de amora, deixam esses materiais avermelhados.

e tóxicos. Nenhum

Já as substâncias de sabor adstringente, as bases, deixam o suco da uva e o da amora dos reagentes deve

ter contato com

azulados. Além disso, as bases deixam a pele escorregadia, como se estivesse com sabão.

pele, boca e olhos,

Isso acontece porque elas reagem com substâncias presentes na pele, destruindo-as e nem devem ser

***provocando lesões**.*

aproximados do

nariz. Óculos de

segurança, luvas e

***Ácidos** são substâncias que avermelham o suco de uva ou de amora.*

aventais protetores

são obrigatórios.

***Bases** são substâncias que azulam o suco de uva ou de amora.*

*Essas são **definições operacionais** de ácidos e bases, ou seja, **definições fundamentadas apenas em operações experimentais**, sem envolver nenhuma teoria microscópica a respeito do assunto.*

A maioria das substâncias não se encaixa em nenhum desses dois grupos.

É o caso, por exemplo, do cloreto de sódio (sal de cozinha), da sacarose (açúcar comum) e do etanol (álcool comum).

O suco de uva e o suco de amora são exemplos de indicadores ácido-base.

DARRELL GULIN /STONE/GETTY IMAGES

***Indicador ácido-base** é uma substância que apresenta uma determinada coloração em meio ácido e outra em meio básico.*

A fenolftaleína e o tornassol são alguns dos indicadores ácido-base mais utilizados em laboratório. As cores desses indicadores diante de ácidos e bases são as seguintes:

Fenolftaleína

Tornassol

Meio ácido

Incolor

Vermelho

Meio básico

Rósea

Azul

 Muitas fl ores contêm

indicadores ácido-base naturais

O tornassol é comercializado (nas lojas de produtos químicos) em duas em suas pétalas. Esse é o caso

de algumas hortênsias, como

versões: o papel de tornassol azul e o papel de tornassol vermelho. Ambos consistem as da foto. Suas pétalas podem

em tirinhas de papel contendo o indicador tornassol.

adquirir cor rósea ou azul-

-arroxeada, dependendo de

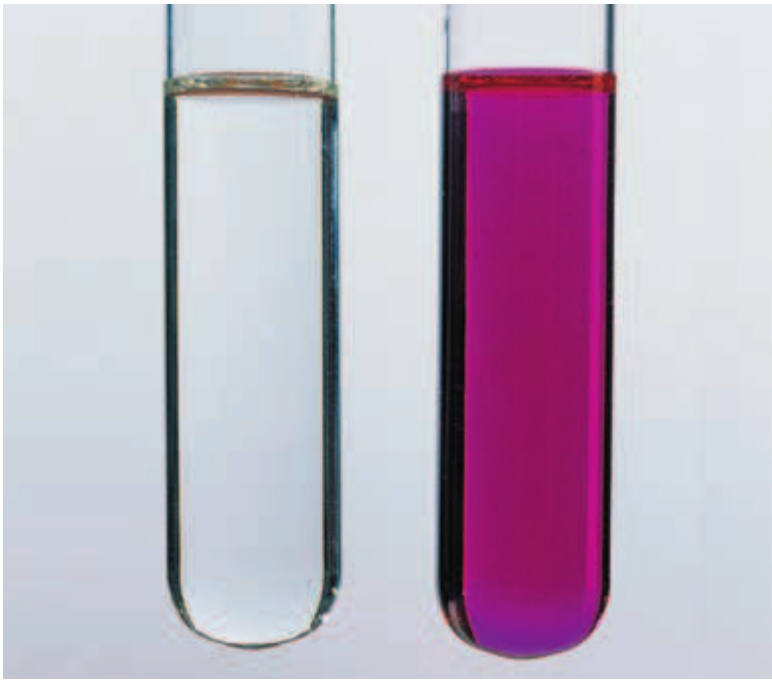
O papel de tornassol azul foi submetido, durante sua fabricação, ao contato fatores como solo, adubação

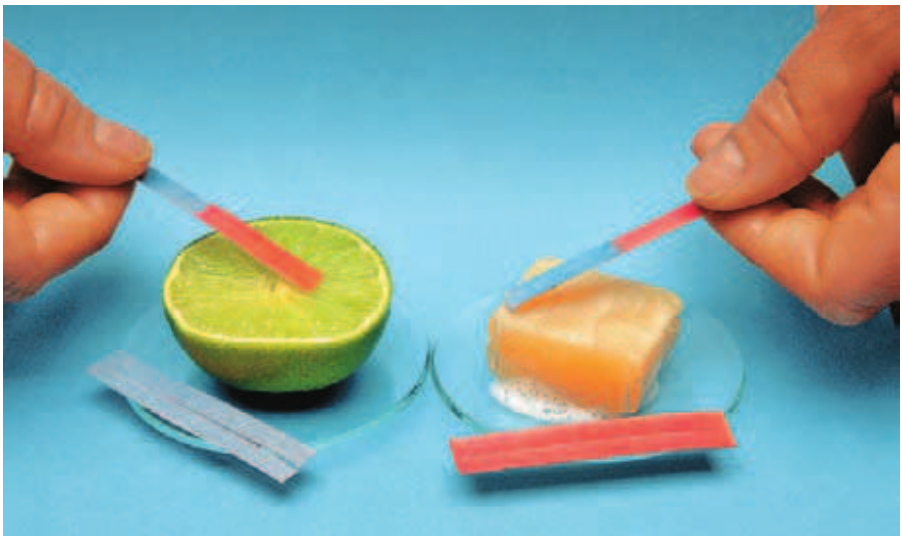
com uma base, ficando azul. Num laboratório, esse papel é usado para testar se um etc., que infl uenciam a acidez

certo material é ácido. Ácidos fazem-no mudar de cor, de azul para vermelho.

ou a basicidade das pétalas.

202





Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Já o papel de tornassol vermelho, ao contrário do anterior, tomou contato, ao ser industrializado, com um ácido. Isso o fez ficar vermelho. É útil, portanto, para indicar se um determinado material é básico, uma vez que substâncias básicas fazem-no mudar de vermelho para azul.

TINSTOck

AlIESTRA/cId

y/lA

T pHOTOGRApHy/

EduARdO SANT

ANdREw lAmbER ScIENcE pHOTO llbRAR

b A fenolftaleína

permanece incolor

em uma solução

ácida (meio ácido)

 Ácidos avermelham o papel de tornassol azul

e fica rósea em

(à esquerda) e bases azulam o papel de tornassol

solução básica

vermelho (à direita).

(meio básico).

Meio neutro

o de 1998.eir

TINSTOck

Meio ácido

y/lA

Meio básico

T pHOTOGRApHy/

ANdREw lAmbER

ScIENcE pHOTO lIbRAR

Meio mais ácido

Meio mais básico

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

O extrato do repolho roxo, obtido submetendo-se suas folhas picadas à água fervente por cerca de cinco minutos, atua como indicador ácido-base. Em meio ácido é vermelho/róseo e em meio básico é verde/amarelo.

indicAdOreS ÁcidO-bASe e prOdutOS cOtidiAnOS

Por meio do uso de indicadores ácido-base, como, por exemplo,

• solução de fenolftaleína em álcool,

• *extrato de repolho roxo,*

• *trapos brancos umedecidos com suco de uva,*

• *trapos brancos umedecidos com suco de amora,*

é possível fazer a distinção entre meios ácidos e básicos. Veja os exemplos de resultados experimentais:

203

VINAGRE

material

Fenolftaleína

extrato de repolho roxo*

Suco de uva

Suco de amora

Vinagre

Incolor

Vermelho

Avermelhado

Avermelhado

Suco de limão

Incolor

Vermelho

Avermelhado

Avermelhado

Refrigerante

Incolor

Vermelho

Avermelhado

Avermelhado

Líquido de bateria

Incolor

Vermelho

Avermelhado

Avermelhado

Ácido muriático

Incolor

Vermelho

Avermelhado

Avermelhado

Solução de amônia

Rósea

Verde

Azulado

Azulado

Leite de magnésia

Rósea

Verde

Azulado

Azulado

Sabonete

Rósea

Verde

Azulado

Azulado

Limpa-forno

Rósea

Verde

Azulado

Azulado

** Constata-se eventualmente a cor amarela em vez da verde, e a rósea em vez da vermelha.*

cOcE SNO

o de 1998.

S

eir

ldIA

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

CORROSIV

CORROSIV O!

OS!

DESITRATANTE

EduARdO SANT

EduARdO SANT

 Produtos contendo ácido.

 Produtos contendo base.

• ***AtEnção***

Limpaforno, líquido de bateria e ácido muriático são ***extremamente perigosos*** *e* ***NÃo devem ser manipulados pelos estudantes****.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

1.2 Ácidos, bases e condutividade elétrica

k c

/u TOSl 4REET

cO

E T

c

m u

E

A H

S

k S

NO

RISCO DE CHOQUE

Sl

ELÉTRICO

dI

: ASE

HC

çõA

gasoso

• ***AtEnção***

RTS

Ilu

NaOH

NaOH

HC

Esses experimentos

sólido

dissolvido em água

dissolvido em água

NÃO devem ser

feitos pelo aluno,

Por que NaOH e HC não conduzem corrente elétrica quando puros, mas quan-nem sob a supervisão

e orientação do(a)

do dissolvidos em água passam a conduzir? Para explicar esse fato vamos partir da ***professor(a).***

informação de que a corrente elétrica é um fluxo ordenado de cargas elétricas.

Eles estão sendo aqui

No NaOH sólido há íons (que são portadores de carga elétrica), mas eles não estão APENAS RELATADOS pa

livres para se movimentar. Estão "travados" em suas respectivas posições no retículo ra permitir a compreensão

cristalino iônico do composto. O HC gasoso é formado por moléculas e, por isso, não dos temas da Química

tratados a seguir.

conduz corrente elétrica.

204

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Já que as soluções de NaOH e HC conduzem corrente elétrica,

concluímos que nelas devem existir cargas elétricas livres para se movimentar. Que cargas são essas?

quando o naOH se dissolve em água, sofre o processo de dissociação iônica.

Conforme foi explicado no capítulo 10, a dissociação iônica é a separação dos íons que ocorre quando uma substância iônica se dissolve em água.

Para representar tal acontecimento, os químicos utilizam a seguinte equação Em uma equa-química:

ção química:

Em equação: *NaOH (s)*

H2O *Na (aq) OH (aq)*

(s) indica sólido;

(,) indica líquido;

Em palavras: naOH sólido se dissolve em água liberando íons na e OH em *(g) indica gasoso;*

solução aquosa.

(aq) indica aquoso.

Através da dissociação iônica passam a existir, na solução de NaOH, íons livres para se movimentar e, dessa forma, conduzir a corrente elétrica. Todas as substâncias iônicas, ao se dissolverem em água, sofrem o processo de dissociação iônica.

Entre essas substâncias iônicas podemos destacar as ***bases****, das quais NaOH é um exemplo. Outros exemplos de equações químicas que representam a dissociação iônica de bases são:*

o de 1998.

KOH (s)

H2O *K*

eir

(aq)

□

OH□ (aq)

Ca(OH)2 (s) ***H2O*** *Ca2□ (aq) □ 2 OH□ (aq)*

A

H

□(OH)

2O

3 (s)

A□3□ (aq) □ 3 OH□ (aq)

O HC□, por sua vez, é uma substância molecular, pois a ligação entre H e C□ é covalente. Como não há íons no HC□, ele não pode sofrer dissociação iônica (não podemos separar íons que não existem!). ***Ao dissolver Hc□ em água ocorre o processo de ionização****, apresentado no capítulo 10; as moléculas de HC□ são quebradas ao entrar em contato com a água, originando íons. Esse evento pode ser representado por meio oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

da seguinte equação química:*

odução pr

Em equação: *HC*

H

□ (g)

2O

H□ (aq) □ C□□ (aq)

Repr

Em palavras: Hc, gasoso, ao se dissolver em água, origina íons H□ e c,□ em solução aquosa.

Devido à ionização, quando o HC se dissolve em água são criados íons livres para conduzir a corrente elétrica. Como vimos no capítulo 10, nem todos os compostos moleculares se ionizam em água: o açúcar da cana (C12H22O11) e o álcool comum (C2H6O) são exemplos em que isso não ocorre.

No momento estamos interessados em estudar os ***ácidos****, compostos moleculares que sofrem ionização em água, sendo o HC um exemplo. Outros exemplos são: HBr (g)*

H2O *H (aq) Br (aq)*

HNO

3 ()

H2O *H (aq) NO3 (aq)*

H

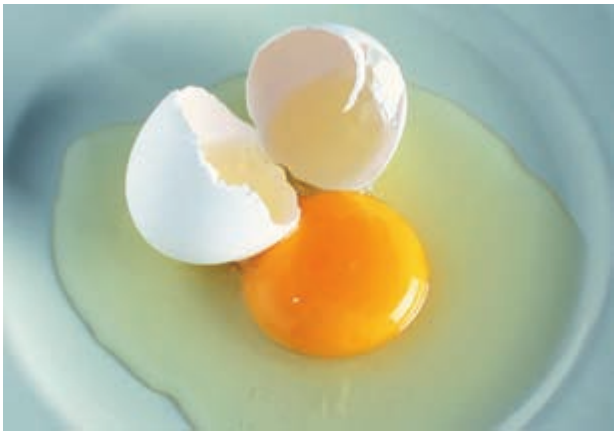
2

2SO4 ()

H2O *2 H (aq) SO4 (aq)*

** Veremos, mais à frente, que essa equação é mais bem representada da seguinte maneira: HC, H2O # H3O C,.*

205



1.3 O conceito ácido-base de Arrhenius

Fundamentado em experiências de condutividade elétrica como as que descreve-k c O T

mos, o químico Arrhenius propôs, em 1887, as seguintes definições: S NITA/lGk

***Ácido** é todo composto que, dissolvido em água, origina H□ como*

/Amu

único cátion (o ânion varia de ácido para ácido).

lb

A

***base** é todo composto que, dissolvido em água, origina OH□ como único ânion (o cátion varia de base para base).*

□ *O químico sueco Svante*

Arrhenius (1859-1927), que

Assim, para Arrhenius, o íon H□ é o responsável pelo sabor azedo dos ácidos e por sua recebeu o Prêmio Nobel em

ação sobre indicadores. Da mesma forma, o íon OH□ é o responsável pelo sabor adstringente 1903 por suas teorias sobre

a dissociação de eletrólitos.

das bases, por sua ação sobre indicadores e pelo ataque à pele, tornando-a escorregadia.

Foto de 1915.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

***1.** Cite algumas propriedades que permitam decidir se **6.** Consulte a tabela periódica para obter as informa-uma substância possui **caráter ácido** ou **básico**.*

ções porventura necessárias e, a seguir, determine

o de 1998.

quantos:

eir

***2.** O que é um **indicador ácido-base**?*

***a)** prótons existem ao todo em cada um dos íons da*

3. *Cite dois indicadores ácido-base muito usados em*

resposta da questão anterior?

laboratórios e três outros que podem ser extraídos

b) *elétrons existem ao todo em cada um dos íons da*

de vegetais facilmente encontrados.

resposta da questão anterior?

4. *Quais dos seguintes materiais são condutores de*

7.

Os compostos de fórmulas HF, HC,, HBr, HI e H2S

corrente elétrica?

estão entre as substâncias consideradas ácidos de

a) *HC*

Arrhenius.

, puro gasoso.

Escreva a fórmula estrutural que representa a molé-

b) *HC, dissolvido em água.*

cula de cada um deles.

c) *NaOH puro sólido.*

d) *NaOH dissolvido em água.*

8. *Elabore uma fórmula eletrônica (fórmula de Lewis) oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

para o íon que, segundo Arrhenius, é o responsável

5. *Segundo Arrhenius, qual é o* ***íon*** *responsável pelas pelas propriedades das bases. Que tipo de ligação*

odução pr

propriedades dos ácidos? E das bases?

química há entre os dois átomos presentes nesse íon?

Repr

2 Ácidos

2.1 Fórmulas e nomenclatura

Os ácidos podem ser divididos em dois grupos: os que não contêm oxigênio (não A jR./cId

oxigenados) e os que contêm (oxigenados).

Ácidos não oxigenados (ou hidrácidos)

SéRGIO dOTT

As substâncias HF, HC,, HBr, HI, H2S e HCN são gasosas nas condições ambientes.

Quando dissolvidas em água são consideradas ácidos, pois sofrem ionização, liberando íons H. Para denominar esse tipo de ácido, basta escrever o nome do elemento, seguido

▲ *Ovos contêm*

da terminação ***ídrico****:*

substâncias com átomos

de enxofre em sua

*HF ácido fluor****ídrico***

H2S

*ácido sulf****ídrico***

composição. Quando

HC

o ovo apodrece,

*, ácido clor****ídrico***

(do latim sulfur, “enxofre”)

essas substâncias dão

*HBr ácido brom**ídrico***

*HCN ácido cian**ídrico***

origem ao H2S, que é

responsável pelo fétido

HI

*ácido iod**ídrico***

odor de ovo podre.

206

Ácidos oxigenados (ou oxiácidos)

k

Há várias maneiras de ensinar a dar nome para os principais ácidos que contêm oxigênio.

c O T S

A que consideramos a mais prática para ser apresentada neste momento requer que se conheça N ITA

a fórmula de seis ácidos, quatro dos quais são:

/lGk/Am

HNO3 ácido nítrico

H2SO4 ácido sulfúrico

u

lb

A

HC,O3 ácido clórico

H3PO4 ácido fosfórico

Perceba que todos os nomes terminam em ***ico****. A partir deles, acrescentando ou retirando oxigênios, conseguimos a fórmula de outros ácidos.*

HC,O

—

—

—

4

per …… ico

ácido perclórico

*1**O***

HC,O3

H2SO4

HNO3

H3PO4

*…… **ico***

ácido clórico

ácido sulfúrico

ácido nítrico

ácido fosfórico

*□**O***

HC,O2

H2SO3

HNO2

H3PO3

*…… **oso***

ácido cloroso

ácido sulfuroso

ácido nitroso

ácido fosforoso

*□**O***

HC,O

—

—

H3PO2

ácido

ácido

hipo …… oso

o de 1998.eir

hipocloroso

hipofosforoso

Carbono e boro formam os ácidos carbônico e bórico, cujas fórmulas é útil conhecer: H2CO3 ácido carbônico H3BO3 ácido bórico

Como já sabemos, ***elementos pertencentes a um mesmo grupo (família) da tabela periódica possuem propriedades semelhantes****. Assim, bromo (Br) e iodo (I) originam ácidos semelhantes aos do cloro (C,), pois todos pertencem ao grupo dos halogênios.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

H C, O4

ácido

per

clór

ico

odução pr

H C

Repr

,

O3

ácido

clór

ico

H C, O2

ácido

clor oso

H C, O

ZORAN mIlIcH/mASTERFIlE/OTHER ImAGES

2

ácido

hipo clor oso

Trocando cloro por bromo ou por iodo, temos:

Br

brom

▲ *A chuva, mesmo em locais*

I

iod

não poluídos, contém H2CO3. Em

locais poluídos, nela passam a estar

Selênio (Se) e telúrio (Te) comportam-se de modo semelhante ao enxofre (S).

presentes HNO3 e H2SO4, que dão

origem ao fenômeno conhecido

E arsênio (As) e antimônio (Sb), de modo semelhante ao fósforo (P).

como "chuva ácida". Londres,

Inglaterra, 2003.

Há alguns ácidos que podem ser encarados como provenientes da desidratação (perda de água) de outros ácidos. Nesse caso, utilizam-se os prefixos ***meta*** *e* ***piro*** *para fazer a diferenciação.*

H3PO4 ácido fosfórico

2 (H3P3O4) ácido fosfórico

_ H

-

2PO4

(ou ***orto****fosfórico)*

2 (H2P3O3) (ou ***orto****fosfórico)*

H4PO3 ácido ***meta****fosfórico*

H4P2O7) ácido ***piro****fosfórico*

207

Sobre os prefixos orto, meta e piro, podemos dizer que:

• O prefixo ***orto*** *indica apenas que o ácido em questão pode gerar outro por desidratação; esse prefixo* ***pode ser omitido****.*

O

• O prefixo ***meta*** *indica que o ácido pode ser encarado como proveniente cc*

SE

da retirada de 1 molécula de água de 1 molécula do ácido orto.

N

SOIl

Ácido

d

*• O prefixo **piro** indica que o ácido pode ser encarado como proveniente A*

Muriático

da retirada de 1 molécula de água de 2 moléculas do ácido orto.

*O vinagre é uma solução aquosa de **ácido acético**, um ácido fraco da Química Orgânica. Dada sua importância, precisamos saber desde já sua*

▲ Todos esses produtos contêm

estrutura.

soluções aquosas de ácidos. Na

bateria há ácido sulfúrico (H2SO4); no

H

vinagre, ácido acético (CH

O

O

3COOH);

l

l

e nos refrigerantes, ácido carbônico

H

C

C

ou CH

(H

3

C

ou CH3COOH

2CO3). Algumas variedades de

refrigerante contêm ácido fosfórico

H

O

H

O

H

(H3PO4). Ácido muriático é o nome

comercial do ácido clorídrico (HC,).

representações que podem ser usadas para o ácido acético

• ***AtEnção***

Nas fórmulas acima, apenas o hidrogênio destacado em magenta é ionizável. A ionização do ácido acético pode ser assim equacionada: O ácido muriático é extremameno de 1998.

te corrosivo e desprende vapores

eir

CH

tó xicos que irritam a pele, os olhos,

3COOH # H□ □ CH3COO □

as mucosas e o sistema respiratório.

O líquido de baterias (que contém

Cromo e manganês são dois elementos metálicos que formam ácidos.

H2SO4) também é extremamente

Os sais derivados desses ácidos (estudaremos os sais mais à frente) são corrosivo.

bastante importantes em certos procedimentos químicos de laboratório.

A manipulação desses

materiais é perigosa e

HMnO

desaconselhável.

4

ácido permangânico

H2MnO4 ácido mangânico

H2CrO4 ácido crômico

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

H2Cr2O7 ácido pirocrômico (ou dicrômico)

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

9. *Escreva o nome dos seguintes ácidos:*

10. *Escreva a fórmula molecular dos seguintes ácidos:*

a) *HC,*

a) *nítrico;*

g) *sulfuroso;*

l) *HCN*

b) *HC,O*

m) *H*

b) *clórico;*

h) *hipocloroso;*

3PO4

c) *HC,O*

c) *carbônico;*

i) *iodídrico;*

2

n) *H3PO3*

d)

d)

sulfúrico;

j) *fluorídrico;*

HC,O3

o) *H3PO2*

e) *fosfórico;*

k) *hipofosforoso.*

e) *HC,O4*

p) *H4P2O7*

f) *nitroso;*

f) *H2S*

q) *HPO3*

11. *Escreva a fórmula molecular dos seguintes ácidos*

g) *H2SO4*

r) *H2CO3*

(consulte a tabela periódica para resolver por seme-

h) *H2SO3*

s) *CH3COOH*

lhança):

i) *HNO3*

t) *H2CrO4*

a) *periódico;*

d) *hipoiodoso;*

j) *HNO2*

u) *HMnO4*

b) *brômico;*

e) *arsênico;*

k) *HBr*

c) *bromoso;*

f) *selênico.*

208

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

12. *(PUC-MG) A tabela apresenta algumas características por indústrias de veículos e usinas termoelétricas*

e aplicações de alguns ácidos.

movidas a carvão e a óleo; os óxidos de nitrogênio,

por automóveis e fertilizantes.

Nome do ácido

Aplicações e características

Ambos reagem com o vapor-d' água, originando,

Ácido muriático Limpeza doméstica e de peças

respectivamente, os ácidos sulfuroso, sulfídrico e

metálicas (decapagem)

sulfúrico, e o ácido nítrico. Esses elementos se pre-

Ácido fosfórico

Usado como acidulante em

cipitam, então, na forma de chuva, neve, orvalho ou

refrigerantes, balas e goma de mascar

geada, na chamada chuva ácida.

Dentre os efeitos da chuva ácida estão a corrosão de

Ácido sulfúrico

Desidratante, solução de bateria

equipamentos e a degradação das plantas, solos e

Ácido nítrico

Indústria de explosivos e corantes

lagos. O contato com os ácidos é prejudicial, podendo

causar, por exemplo, doenças respiratórias.

As fórmulas dos ácidos da tabela são, respectivamente:

As fórmulas dos ácidos citados no texto, respecti-

a) *HC□, H3PO4, H2SO4, HNO3*

vamente, são:

b) *HC□O, H3PO3, H2SO4, HNO2*

a) *H2S, H2SO4, H2SO3, HNO3*

c) *HC□, H3PO3, H2SO4, HNO3*

b) *H2SO3, H2SO4, H2S, HNO2*

d) *HC□O2, H4P2O7, H2SO3, HNO2*

c) *HSO4, HS, H2SO4, HNO3*

e) *HC□O, H3PO4, H2SO3, HNO3*

d) *HNO3, H2SO4, H2S, H2SO3*

e) *H2SO3, H2S, H2SO4, HNO3*

o de 1998.

13. *(UFPB) Os ácidos são substâncias químicas sempre eir*

presentes no cotidiano do homem. Por exemplo,

15. *(UFSM-RS) Associe a 2a coluna à 1a, considerando os durante a amamentação, era comum usar-se água*

ácidos.

boricada (solução aquosa que contém ácido bórico)

1. H4P2O7

A. fosfórico

para fazer a assepsia do seio da mãe; para limpezas

2. H3PO3

B. fosforoso

mais fortes da casa, emprega-se ácido muriático (so-

3. H3PO4

C. nitroso

lução aquosa de ácido clorídrico); nos refrigerantes, 4. HC□O

encontra-se o ácido carbônico; e, no ovo podre, o mau 2

D. nítrico

5. HC□O

cheiro é devido à presença do ácido sulfídrico.

3

E. hipofosforoso

6. HC□O

Estes ácidos podem ser representados, respectivamen-

4

F. pirofosfórico

7. H

te, pelas seguintes fórmulas moleculares:

2SO3

G. sulfuroso

8. HNO

***a)** H*

2

H. cloroso

3BO3, HC□, H2CO2 e H2SO4

I. perclórico

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

***b)** H2BO3, HC□, H2CO3 e H2S*

J. clórico

***c)** H3BO3, HC□O3, H2SO3 e H2CO2*

L. sulfúrico

odução pr

d) *H2BO3, HC□O4, H2S e H2CO3*

A sequência das combinações corretas é

Repr

e) *H3BO3, HC□, H2CO3 e H2S*

a) *1E — 2F — 3A — 4H — 5B — 6J — 7G — 8D.*

14. *(Univali-SC) A chuva ácida é um fenômeno químico* ***b)*** *1F — 2E — 3B — 4J — 5H — 6I — 7L — 8C.*

resultante do contato entre o vapor-d'água exis-

c) *1B — 2E — 3F — 4I — 5J — 6H — 7G — 8D.*

tente no ar, o dióxido de enxofre e os óxidos de

d) *1E — 2B — 3F — 4J — 5I — 6H — 7L — 8D.*

nitrogênio. O enxofre é liberado, principalmente,

e) *1F — 2B — 3A — 4H — 5J — 6I — 7G — 8C.*

2.2 Fórmulas estruturais dos ácidos oxigenados

Com base no resultado de pesquisas experimentais, foi possível propor uma regra empírica (isto é, com base experimental) para escrever a fórmula estrutural dos ácidos oxigenados, sendo conhecida a fórmula molecular:

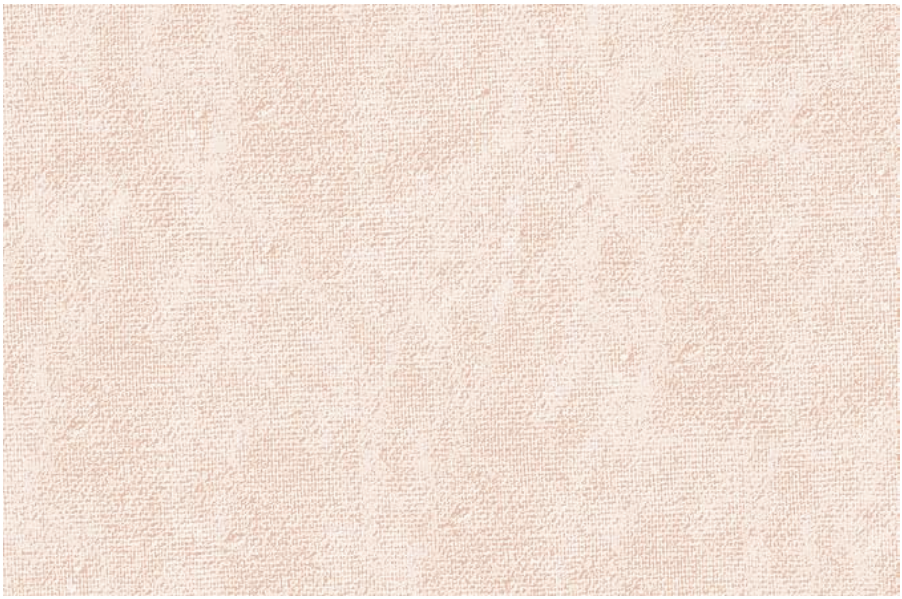
1. Escrever o símbolo do elemento que está no centro da fórmula molecular.

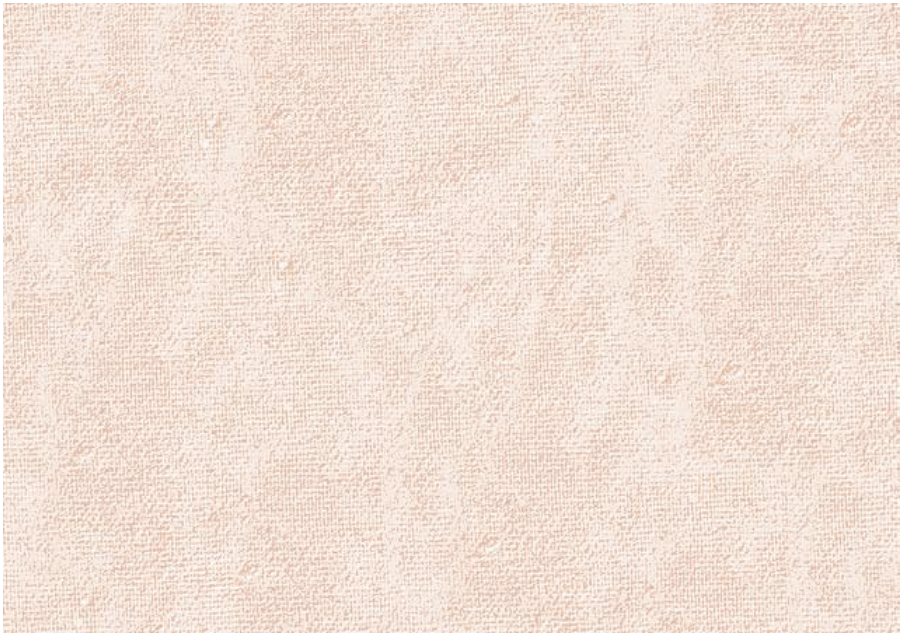
2. Colocar um oxigênio entre cada hidrogênio capaz de se ionizar (hidrogênio ionizável) e o elemento central.

3. Ligar os oxigênios restantes, se houver, ao elemento central. (Havendo

hidrogênios não ionizáveis, eles devem ser ligados ao elemento central. Isso ocorre no H3PO3 e no H3PO2, como será visto mais à frente.)

209





Seguindo os passos dessa sequência, elaboramos, por exemplo, as seguintes fórmulas estruturais:

O

H

O

O H

O

O H

O C

S

P

O

H

O

O H

H O

O H

H2CO3

H2SO4

H3PO4

Ácido carbônico

Ácido sulfúrico

Ácido fosfórico

essas ligações são consideradas,

por alguns autores, como “dativas”

Se considerássemos o modelo da “ligação dativa”, as fórmulas estruturais do H2SO4 e do H3PO4 ficariam:

O O O H

O H

O O O H

O H

S S

P P

O O O H

O H

H O

H O O H

O H

H2SO4

H2SO4

H3PO

H43PO4

Ácido sulfúrico

Ácido sulfúrico

Ácido fosfórico

Ácido fosfórico

o de 1998.eir

Atenção

As fórmulas estruturais dos ácidos sulfúrico e fosfórico apresentadas neste

item 2.2 estão de acordo com o que é apresentado neste livro sobre ligação química e regra do octeto.

Porém, na Química universitária são estudadas evidências experimentais que permitem escrever essas fórmulas com ligação dupla S l O e P l O. Nelas, o fósforo está com dez elétrons na camada de valência e o enxofre com doze (veja também o item 4.4 do capítulo 8). Trata-se da expansão do octeto.

Como as fórmulas mostradas abaixo ***são as mais empregadas para esses ácidos em pu-blicações científicas****, resolvemos incluí-las aqui.*

As ligações duplas S l O e P l O também são escritas nas fórmulas estruturais dos ácidos oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

sulfuroso, fosforoso e hipofosforoso.

odução pr

O

O H

O

O H

Repr

S

P

O

O H

H O

O H

Ácido sulfúrico (H2SO4)

Ácido fosfórico (H3PO4)

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

16. *Escreva a fórmula estrutural dos seguintes ácidos:* ***17.*** *(Mackenzie-SP) Dentre as fórmulas estruturais dadas* ***a)*** *hipocloroso;*

h) *carbônico;*

nas alternativas, relativas às substâncias H2O, HNO2

e NaHS, a única correta é:

b) *cloroso;*

i) *nítrico;*

a) *Na1□ [H □ S]1□*

d) *Na k H k S*

c) *clórico;*

j) *nitroso;*

O

b) *H l O*

e)

d) *perclórico;*

k) *clorídrico;*

H N

O

e) *sulfúrico;*

l) *bromídrico;*

c) *H k O k N l O*

f) *sulfuroso;*

m) *sulfídrico;*

Dados os números atômicos:

g) *fosfórico;*

n) *cianídrico (H liga-se a C).*

H 5 1; N 5 7; O 5 8; Na 5 11; S 5 16

210

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

18. *(Uerj) Observe a estrutura genérica representada* ***20.*** *(PUC-PR) A fórmula estrutural:*

abaixo.

H

H

O

X

O

H

O

P

O

H

O

O

Para que o composto esteja corretamente represen-

H

tado, de acordo com as ligações químicas indicadas

na estrutura, ***X*** *deverá ser substituído pelo seguinte*

representa o ácido:

elemento:

a) *fosfórico.*

d) *hipofosforoso.*

a) *fósforo.*

c) *carbono.*

b) *metafosfórico.*

e) *ortofosforoso.*

b) *enxofre.*

d) *nitrogênio.*

c) *fosforoso.*

19. *(UCS-RS) Nas fórmulas estruturais de ácidos a seguir,* ***21.*** *(UFV-MG) Observe a seguinte estrutura química:*

X *representa um elemento químico.*

O

H

O

H

O

O

H

O

P

O

H

I.

H

O

X

III. ***X***

O

H

O

O

O

H

O

H

O

O nome do composto representado acima é:

o de 1998.

II.

X

O IV.

H

O

X

O

eir

H

O

H

O

a) *peróxido de fósforo.*

b) *hidrácido fosforoso.*

Os elementos que substituem corretamente o ***X*** *nas*

c) *hidróxido de fósforo.*

fórmulas estruturais são, respectivamente:

d) *óxido hidrofosfórico.*

a) *N, C, S, P*

d) *N, Sn, As, P*

e) *ácido fosfórico.*

b) *N, Si, Se, Br*

e) *P, Pb, Br, As*

c) *P, C, Se, N*

2.3 Ionização de ácidos

HC,

#

H□ □ C,□

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

HNO

□

esta constatação

3

#

H□ □ NO3

facilita muito!

odução pr

H

2□

2CO3

 # 2 H□ □ CO3

Repr

Note que o ânion

H

3□

3PO4

 # 3 H□ □ PO4

derivado de um áci-

A fórmula estrutural nos ajuda a entender a carga do ânion resultante. Na ioni-do terá uma carga

zação quebra-se uma ligação covalente e ambos os elétrons permanecem no ânion.

negativa para cada

Assim, o hidrogênio adquire carga positiva (H□) e o ânion carga negativa. Como H□ ionizado.

exemplo, compare as fórmulas de H

2□

2CO3 e de CO3 :

2□

O

O

ácido

ânion

carbônico

derivado do

C

C

(H

ácido carbônico

2CO3)

O

O

O

O

(CO2□)

H

H

3

As duas cargas negativas se devem aos

elétrons que eram dos dois hidrogênios.

Os ácidos podem ser classificados de acordo com o número de

hidrogênios ionizáveis que há em suas moléculas. Assim, HC, e HNO3

são ***monoácidos****, H2CO3 e H2SO4 são* ***diácidos****, H3PO4 e H3BO3 são* ***triácidos*** *e H4P2O7 é* ***tetrácido****.*

211

2.4 Ionização em etapas

Quando um ácido libera mais de um H□, na verdade ele o faz em etapas,
O

O H

liberando um por vez. Assim, podemos escrever uma equação química para
3 hidrogênios

cada etapa da ionização.

O P O H

ionizáveis

3 hidrogênios

Por exemplo:

H O P O H

ionizáveis

H O P

3 hidrogênios

O H

Ácido fosfórico

H

□

ionizáveis

2SO4

#

H□

□

HSO4

primeira etapa

H O(H3 O

PO4) H

Ácido fosfórico

HSO□

2□

4

#

H□

□

SO4

Segunda etapa

Ácido fosfórico

(H3PO4)

(□)

H

2□

(H3PO4)

2SO4

 # 2 H□

□

SO4

Soma das etapas

O

O H

O P O H

2 hidrogênios

H

□

ionizáveis

3PO4

#

H□

□

H2PO4

primeira etapa

O

H P O H

2 hidrogênios

ionizáveis

H

□

2□

2 hidrogênios

2PO4

#

H□

□

HPO4

Segunda etapa

H P O

Ácido fosfor H

oso

ionizáveis

HPO2□

3□

H (H3 O

PO3) H

4

#

H□

□ *PO4*

terceira etapa

Ácido fosforoso

(□*)*

Ácido fosfor

(H3PO3) oso

H

3□

3PO4

 # 3 H□

□ *PO4*

Soma das etapas

(H3PO3)

O

O H

Os ácidos fosforoso e hipofosforoso, apesar de possuírem três hidrogê-1 hidrogênio

O P O H

nios em suas moléculas, não perdem todos os três na forma de H□*.*

ionizável

O

H P O

H H

1 hidrogênio

ionizável

o de 1998.

O ácido fosforoso apresenta dois hidrogênios ionizáveis e o ácido hipo-1 hidrogênio

eir

H P H

Ácido hipofosforoso

fosforoso apenas um. Evidências científicas revelaram que os hidrogênios ***ionizável***

H(H3 H

PO

não ionizáveis aparecem na fórmula estrutural unidos diretamente ao Ácido hipofosfor 2)

oso

fósforo e não ao oxigênio, conforme representado nas fórmulas estruturais Ácido hipofosfor (H3PO2) oso

ao lado. Assim:

(H3PO2)

O ***ácido fosforoso*** *(H3PO3) é classificado como* ***diácido*** *e o* ***ácido hipofosforoso*** *(H3PO2) é classificado como* ***monoácido****.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

AlGO mAiS SObre ÁcidOS de ArrHeniuS

odução pr

De acordo com Arrhenius, ácidos são substâncias que em solução Repr

aquosa originam H□ como único cátion.

Na verdade, um íon H não é estável, uma vez que o hidrogênio necessita de dois elétrons para se assemelhar ao gás nobre hélio e na forma de H não possui nenhum. Para se estabilizar, um íon H se une à água produzindo um íon H3O.

H

3O1

[H]

O H

H O H

Íon hidroxônio

ou

H

H

íon H

íon hidrônio

(nenhum elétron)

molécula de H O

íon hidroxônio, ou hidrônio, H O

2

3

Assim, a maneira mais correta de representarmos a ionização dos ácidos é:

HC,

H2O #

H3O□ □ C,□

HNO

□

3

□

H2O #

H3O□ □ NO3

H

2□

2SO4

□ *2 H2O*

 # 2 H3O□ □ SO4

A definição de Arrhenius pode ser reescrita como: ***Ácido é todo composto que, dissolvido em água, origina H3O1 como único cátion.***

212

-
-
-

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

22. *Equacione a ionização (em uma só equação) dos*

a) *sulfúrico;*

c) *carbônico;*

e) *pirofosfórico.*

seguintes ácidos:

b) *sulfuroso;*

d) *fosfórico;*

a) *clorídrico;*

d) *sulfúrico;*

b) *clórico;*

e) *carbônico;*

24. *(Vunesp) Verifica-se experimentalmente que tanto a água como o ácido nítrico puros são maus condutores*

c) *nítrico;*

f) *fosfórico.*

de eletricidade. Observa-se, também, que uma solução

23. *Equacione a ionização (em duas ou mais etapas,*

de ácido nítrico em água é boa condutora de eletrici-

conforme o caso) dos seguintes ácidos:

dade. Explique essas observações experimentais.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

25. *(Mackenzie-SP)*

a) *H□ □ H*

□

3□

3C2O2

c) *3 H□ □ HC2O2*

H

3□

b) *2 H□ □ H*

2□

d) *4 H□ □ C 4□*

3PO4 □ 3 H2O # 3 H3O1□ □ PO4

2C2O2

2O2

A equação acima representa uma reação

27. *(Fuvest-SP)*

o de 1998.eir

a) *de dissociação iônica.*

a) *Qual o nome do produto de uso doméstico que*

b) *que tem um diácido como reagente.*

contém ácido acético?

c) *de ionização total, formando o cátion hidroxônio.*

b) *Indique quatro espécies químicas (íons, molécu-*

d) *de ionização, produzindo o ânion fosfeto.*

las) que existem em uma solução aquosa de ácido

e) *que, na ionização total, produz um ânion mono-*

acético (H3CCOOH).

valente.

28. *(UVA-CE) Os ácidos HC,O4, H2MnO4, H3PO3, H4Sb2O7,* ***26.*** *(Uerj) O vinagre é uma solução aquosa diluída que quanto ao número de hidrogênios ionizáveis, podem*

contém o ácido acético ionizado. As fórmulas mole-

ser classificados em:

cular e estrutural deste ácido estão abaixo represen-

a) *monoácido, diácido, triácido, tetrácido.*

tadas:

b) *monoácido, diácido, triácido, triácido.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

fórmula molecular: H4C2O2

c) *monoácido, diácido, diácido, tetrácido.*

odução pr

H

O

d) *monoácido, monoácido, diácido, triácido.*

Repr

fórmula estrutural: H C

C

29. *(Mackenzie-SP) O ácido que é classificado como*

O

H

H

oxiácido, diácido e é formado por átomos de três

O segundo membro da equação química que re-

elementos químicos diferentes é:

presenta corretamente a ionização do ácido acético

a) *H2S*

c) *HCN*

e) *HNO3*

aparece na seguinte alternativa:

b) *H4P2O7*

d) *H2SO3*

3 Bases

3.1 Fórmulas e nomenclatura

As bases de Arrhenius são compostos iônicos formados por um cátion de elemento metálico ligado ionicamente ao íon OH. Por exemplo:

OH

2

2

3

Na

OH

Ca

OH

Fe

OH

Fe

OH

1

1

1

2

1

2

1

3

Íon hidroxila

ou

NaOH

Ca(OH)2

Fe(OH)2

Fe(OH)3

íon oxidrila

Bases de metais que possuem carga fixa

cOcE SNO

S

tabela 1

elementos metálicos que formam um só cátion

ldIA

elemento metálico

carga em ligação iônica

Alcalinos

□1 Li□, Na□, K□, Rb□, Cs□, Fr□

Desentupidor

Alcalino-terrosos

□2 Mg2□, Ca2□, Sr2□, Ba2□, Ra2□

de pias

e ralos

Prata

□1 Ag□

Limpa-

Leite de

-f

Zinco

□2 Zn2□

orno

magnésia

Alumínio

3 A,3

▲ *A soda cáustica, NaOH, está*

Os metais listados na tabela 1 formam apenas uma base, cujo nome é dado presente nos limpadores de forno

escrevendo as palavras "hidróxido de" seguidas pelo nome do metal. Assim, e desentupidores de pia. É também

aplicada na fabricação de sabão.

por exemplo:

A cal hidratada, Ca(OH)2, é utilizada

NaOH hidróxido de sódio

Ca(OH)

para preparar argamassa, para fazer

2 hidróxido de cálcio

pintura e para reduzir a acidez do

KOH

hidróxido de potássio

Zn(OH)2 hidróxido de zinco

solo antes do plantio. O hidróxido

de magnésio, Mg(OH)

AgOH hidróxido de prata

A,(OH)

2, e o

3 hidróxido de alumínio

hidróxido de alumínio, A,(OH)3, são

usados em alguns medicamentos

Bases de metais que possuem carga variável

para combater a acidez estomacal.

tabela 2 exemplos de elementos metálicos que formam mais de um cátion

• ***AtEnção***

o de 1998.eir

elemento metálico

carga em ligação iônica

NaOH e Ca(OH)2 não devem

1

2

3

4

ser manipulados sem orientação

e supervisão adequadas. Eles são

Cobre

Cu

Cu2

sólidos brancos que provocam

Mercúrio

Hg2

queimaduras na pele e nos olhos.

2

Hg2

Se ingeridos, causam sérias lesões

Ouro

Au

Au3

internas.

Ferro

Fe2

Fe3

Níquel

Ni2

Ni3

Cromo

Cr2

Cr3

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Cobalto

Co2

Co3

Estanho

Sn2

Sn4

odução pr

Chumbo

Pb2

Pb4

Repr

Manganês

Mn2

Mn3

Mn4

AlIESTRA/cId

Os metais listados na tabela 2, por não apresentarem apenas uma carga iônica, dão origem a mais de uma base e, dessa forma, o nome deve levar isso em conta para que não haja confusão. O modo moderno de nomear essas ba-EduARdO SANT

ses é escrever "hidróxido de" seguido do nome do metal e de um número, em algarismos romanos e entre parênteses, que corresponde à carga do cátion do metal. Assim, por exemplo:

▲ *As cinzas, em contato com a*

água, produzem KOH. Na foto

CuOH

hidróxido de cobre (I)

Fe(OH)

vemos cinza jogada em água

2 hidróxido de ferro (II)

contendo fenolftaleína. O indicador

Cu(OH)2 hidróxido de cobre (II)

Fe(OH)3 hidróxido de ferro (III)

adquire cor rósea, evidenciando que

o meio fi ca básico. A palavra ***álcali****,*

que signifi ca base, vem do árabe

al-qali, que quer dizer “a cinza”.

• ***AtEnção***

b A ferrugem

Evite o contato das cinzas com

consiste numa

a pele, mucosas e olhos. Elas têm

mistura de Fe(OH)2

características básicas e podem

e Fe(OH)3. Buran,

causar queimaduras.

Kuwait, 1991.

GIllES bASSIGNAc/GAmmA-OTHER ImAGES

214

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Quando o metal possuir apenas duas cargas, há um outro modo para

denominar as bases, mais antigo, porém ainda em uso. Ele consiste na palavra "hidróxido" seguida TINSTOck

do nome do elemento com a terminação ***oso*** *no caso de ser o cátion com a carga* ***menor*** *e a terminação* ***ico*** *no caso de ser a* ***maior****. Assim: CuOH*

*hidróxido cupr****oso***

*Fe(OH)2 hidróxido ferr****oso***

*Cu(OH)2 hidróxido cúpr****ico***

*Fe(OH)3 hidróxido férr****ico***

(do latim cuprum, "cobre")

ANdREA jEmOlO/AkG/lA

3.2 Amônia (NH3): uma base diferente

A ***amônia*** *(NH3), também chamada de* ***amoníaco****, é um composto gasoso que, ao ser dissolvido em água, sofre ionização produzindo como íon negativo exclusivamente OH□. Por isso a amônia, em água, é classificada como base.*

NH

□

3 (g) □ H2O (,) # NH4 (aq) □

OH□ (aq) ***Hidroxila***

Você não deve confundir ***amônia*** *(NH3), que é uma* ***molécula****, com* ***amônio*** *(NH□4), que é um* ***íon positivo*** *(cátion).*

Podemos representar o produto da reação equacionada acima por meio da o de 1998.

▲ *As palavras amônia e*

eir

fórmula ***nH***

amoníaco derivam do nome

***4OH** e chamar essa base de **hidróxido de amônio**. Assim, o de Amon (ou Amon-Rá),*

composto de fórmula NH4OH só existe na água. Ao ler a fórmula NH4OH

que, na mitologia egípcia,

devemos ter sempre isso em mente.

era considerado o maior

dos deuses ou o deus-sol,

criador de todas as coisas.

Compostos como NaOH, KOH, Ca(OH)2 possuem metal em sua composição. São Na mitologia romana, ele foi

conhecido como Júpiter-Amon.

compostos iônicos e, portanto, sólidos nas condições ambientes. Quando dissolvidos Na foto vemos o templo

em água, sofrem dissociação iônica, liberando íons OH□.

dedicado a Amon, construído

em 1260 a.C., no Egito. Foto

Já a amônia, NH3 — composto molecular que, nas condições ambientes, é um de 1995.

gás de cheiro forte e irritante —, não possui metal em sua composição. Quando oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

*dissolvida em água, reage com ela, originando íons. Portanto, ao contrário das demais bases, que sofrem dissociação iônica, **a amônia sofre ionização quando é** odução pr*

***dissolvida em água**.*

Repr

3.3 Dissociação iônica das bases de metais; ionização

da amônia

*Em água, os **hidróxidos de metais**, que são substâncias iônicas, sofrem*

***dissociação iônica**, em que o íon negativo liberado é a hidroxila: NaOH (s)*

 # Na (aq)

OH (aq)

Ca(OH)2 (s)

 # Ca2 (aq)

2 OH (aq)

A,(OH)3 (s)

 # A,3 (aq)

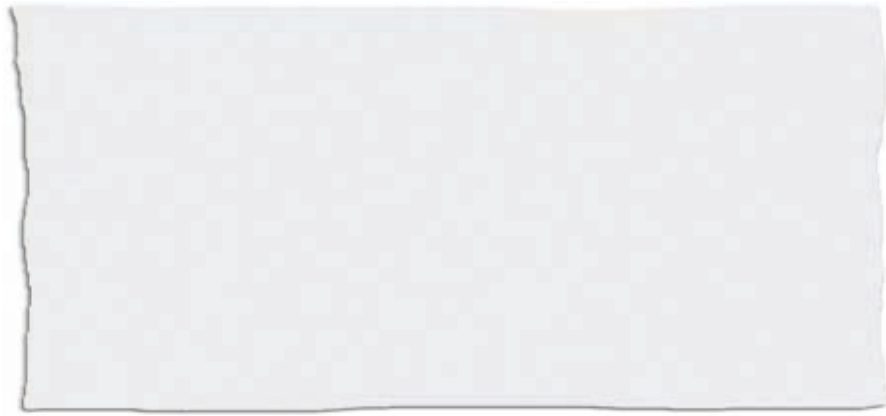
3 OH (aq)

*As bases podem ser classificadas de acordo com o número de hidroxilas presentes em suas fórmulas. Assim, NaOH e KOH são **monobases**, Ca(OH)2*

*e Fe(OH)2 são **dibases** e A,(OH)3 e Fe(OH)3 são **tribases**.*

*Como vimos, a **amônia** em solução aquosa é uma base diferente das demais.*

*A amônia, ao ser dissolvida em água, sofre **ionização** e, nesse contexto, pode ser representada pela fórmula NH4OH e considerada como uma monobase.*



Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

30. *Nas cinzas estão presentes substâncias que, em cong) Como se chama o cátion derivado da substância*

tato com a água, promovem o aparecimento, entre

mencionada no texto? Qual sua fórmula?

outras, das substâncias conhecidas como hidróxido

h) *Escreva uma fórmula eletrônica para o íon da*

de potássio e hidróxido de sódio.

resposta do item anterior.

Escreva uma fórmula que represente cada uma dessas

duas substâncias.

Exercício Resolvido

31. *Escreva o nome das seguintes bases:*

35. *(Vest-Rio) Um médico atendeu um paciente com*

a) *LiOH*

e) *Sr(OH)*

dores abdominais, originadas de uma patologia

2

b) *Ba(OH)*

denominada "úlcera péptica duodenal". Para tra-

2

f) *CsOH*

tamento desse paciente, o médico prescreveu um

c) *Fe(OH)2*

g) *Pb(OH)2*

medicamento que contém um hidróxido metálico,

d) *Fe(OH)3*

h) *Pb(OH)4*

classificado como "uma base fraca". Esse metal

32. *Equacione a dissociação iônica de:*

pertence, de acordo com a Tabela Periódica, ao

a) *KOH*

b) *Ba(OH)*

seguinte grupo:

2

c) *Fe(OH)3*

a) *1A*

d) *7A*

33. *Escreva as fórmulas de:*

b) *3A*

e) *Zero*

a) *hidróxido de magnésio;*

c) *6A*

b) *hidróxido de cálcio;*

o de 1998.eir

c) *hidróxido ferroso;*

Resolução

d) *hidróxido férrico;*

As bases comumente empregadas como antiácidos

e) *hidróxido cuproso;*

estomacais são:

f) *hidróxido cúprico;*

• Mg(OH)2, presente no leite de magnésia;

g) *hidróxido de estanho (II);*

• A,(OH)3, presente em alguns outros medica-

h) hidróxido de estanho (IV);

mentos antiácidos comercializados com diversos

i) hidróxido de amônio;

nomes.

j) hidróxido de alumínio.

Assim, dentre as opções fornecidas, trata-se do

A,(OH)3, que é hidróxido de um metal do grupo

34. Leia o seguinte texto e responda às perguntas:

13 (anteriormente denominado família 3A).

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

co

Alternativa **b**.

Vazamento de amônia intoxica 24

ce s

Pelo menos 24 pessoas foram internadas com intoxicação

nos

odução pr

por causa de um vazamento de amônia em um abatedouro

ldia **36.**

Repr

de aves em Uberaba, Minas. O acidente ocorreu na chegada

(FMU/Fiam-SP) Para combater a acidez estomacal

dos funcionários da empresa […], uma das maiores do País.

causada pelo excesso de ácido clorídrico, costuma-se

O vazamento pode ter sido causado por uma válvula que

ingerir um antiácido. Das substâncias abaixo, encon-

ficou aberta durante o fim de semana, quando foram

tradas no cotidiano das pessoas, a mais indicada para

realizados serviços de manutenção.

combater a acidez é:

(O Estado de S. Paulo, 10 jan. 2006, p. A16.)

a) *refrigerante.*

a) *Qual é a fórmula molecular da substância men-*

b) *suco de laranja.*

cionada?

c) *água com limão.*

b) *Qual é o estado físico dessa substância nas condi-*

d) *vinagre.*

ções ambientes?

e) *leite de magnésia.*

c) *Que se pode afirmar sobre ela quando dissolvida*

37. *(FUA-AM) Determine a alternativa correta que indi-em água: é ácido, base ou nenhum dos dois?*

ca uma das substâncias ativas contidas no medica-

***d)** Justifique sua resposta ao item anterior com auxílio mento aziran, usado para neutralizar a hiperacidez*

de uma equação química.

estomacal.

***e)** O que se pode afirmar sobre o odor dessa subs-*

***a)** hidróxido de sódio (soda cáustica).*

tância?

***b)** ácido clorídrico.*

***f)** A substância mencionada é tóxica porque, em contato **c)** ácido sulfúrico.*

com a água que existe dentro do nariz e dos pulmões,

***d)** hidróxido de alumínio.*

reage produzindo um íon negativo que é perigoso.

Que íon é esse?

***e)** ácido cítrico.*

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

38. *(Evangélica-GO) O nome, a fórmula do gás responsá-a) o sapólio deve ser um meio ácido.*

vel pelo odor irritante do amoníaco e a reação desse

b) *o sapólio deve ser um meio alcalino.*

gás com água são respectivamente:

c) *o sapólio deve ser um meio neutro.*

a) *amônia; NH*

4 ; NH4 H2O # HNO3

d) *o sapólio tem características de um sal.*

b) *amônia; NH3; NH3 H2O # NH4OH*

e) *a fenolftaleína removeu o sapólio do local.*

c) *amônia; NH*

4 ; NH4 H2O # N2H2

d) *hidróxido de amônio; NH*

42. *(PUC-RS) A soda cáustica se comporta diante da 4OH*

NH

□

fenolftaleína do mesmo modo que:

4OH □ H2O # NH4 □ OH□

***e)** cloreto de amônio; NH*

***a)** o amoníaco.*

4C,

NH

□

4C, □ H2O # NH4 □ C,□

***b)** a água da chuva.*

***39.** (UFRGS-RS) Aos frascos A, B e C, contendo soluções*

***c)** a urina.*

aquosas incolores de substâncias diferentes, foram

***d)** os refrigerantes gaseificados.*

adicionadas gotas de fenolftaleína.

***e)** o suco de laranja.*

Observou-se que só o frasco A passou a apresentar

coloração rósea. Identifique a alternativa que indica

***43.** (Cefet-PR) Os ácidos mangânico, hipofosforoso e os substâncias que podem estar presentes em B e C.*

hidróxidos ferroso e cúprico são representados, nesta

a) *NaOH e NaC,*

ordem, pelas fórmulas moleculares:

a) *HMnO4, H3PO3, Fe(OH)3 e Cu(OH)2*

o de 1998.

b) *H2SO4 e HC,*

eir

c) *NaOH e Ca(OH)*

b) *H*

2

2MnO4, H3PO2, Fe(OH)2 e Cu(OH)2

c) *HMnO*

d) *H2SO4 e NaOH*

4, H3PO2, Fe(OH)2 e CuOH

e) *NaC, e Mg(OH)*

d) *HMnO*

2

3, H3PO3, Fe(OH)3 e Cu(OH)2

e) *H*

40. *(UFJF-MG) Uma dona de casa realizou as seguintes 2MnO4, H3PO2, Fe(OH)2 e CuOH*

operações:

44. *(PUC-MG) A dissolução de uma certa substância em 1. Bateu em um liquidificador folhas de repolho roxo*

água é representada pela equação

picadas com um pouco de água e depois aqueceu

M(OH)

por cinco minutos.

3 (s) □ n (H2O) (,) # M3□ (aq) □ 3 OH□ (aq)

2. Separo u o líquido, que apresentava cor roxa, das

que pode representar a dissolução de:

folhas, com o auxílio de um coador e o dividiu em

a) *amônia.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

dois copos.

b) *hidróxido de cálcio.*

3. A um dos copos, adicionou vinagre (ácido acético)

c) *hidróxido de sódio.*

odução pr

e não houve alteração na cor do líquido, ou seja,

d) *hidróxido de alumínio.*

Repr

ele permaneceu roxo.

4. Ao outro copo, adicionou leite de magnésia (hidróxido

e) *brometo de hidrogênio.*

de magnésio) e a cor do líquido passou para verde.

45. *(U. São Judas-SP) Sabor adstringente é o que per-Selecione a afirmação* ***correta****:*

cebemos quando comemos uma banana verde (não

a) *O processo de separação utilizado na primeira*

madura). Que substância abaixo teria sabor adstrin-

operação é a destilação.

gente?

b) *O líquido que apresentava cor roxa, separado*

a) *CH3COOH*

d) *C12H22O11*

na segunda operação, funciona como indicador

b) *NaC,*

e) *H*

ácido-base.

3PO4

c) *O processo de separação utilizado na segunda*

c) *A,(OH)3*

operação é a decantação.

46. *(Vunesp) Alguns produtos de limpeza contêm, em*

d) *O hidróxido de magnésio é um óxido.*

suas composições, amoníaco, que impropriamente

e) *O vinagre é uma base.*

é representado como NH4OH (aq). O cheiro forte e

sufocante deste composto básico tende a desaparecer

41. *(Unisinos-RS) Um aluno, trabalhando no laboratório depois de utilizado na remoção de gordura impreg-de sua escola, deixou cair uma certa quantidade de*

nada em pias ou panelas.

solução alcoólica de fenolftaleína sobre um balcão

que estava sendo limpo com sapólio. O local onde caiu

a) *Forneça as equações químicas para a dissolução*

a fenolftaleína adquiriu, quase que imediatamente,

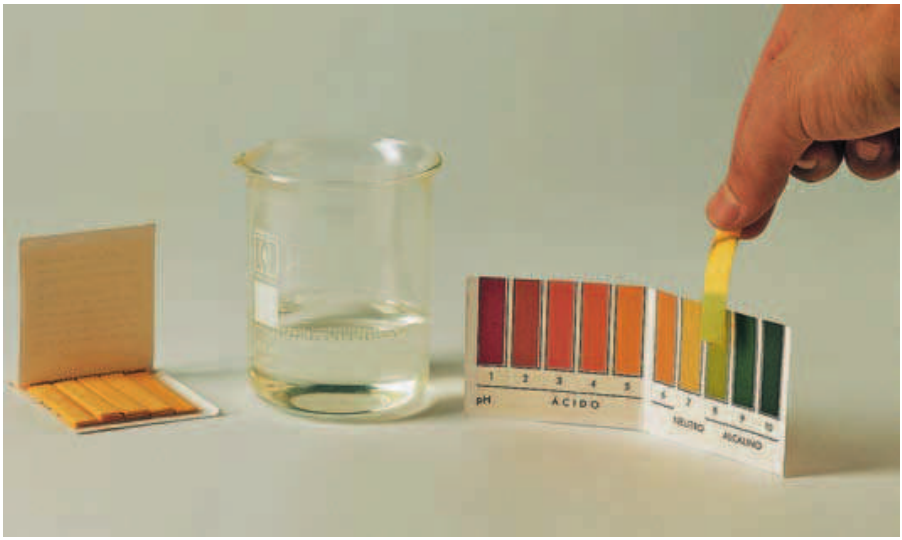
da amônia e para sua dissociação em água.

uma coloração violácea. Esse aluno, observando a

b) *Explique o desaparecimento do cheiro forte do*

mancha violácea, concluiu que:

amoníaco após sua utilização.



A eScAlA de pH

A água totalmente pura é considerada um ***meio neutro****.*

Quando dissolvemos um ácido na água, isso produz uma ***solução ácida****, ou* ***meio ácido****.*

E quando dissolvemos uma base na água, isso produz uma ***solução básica****, ou* ***meio básico****.*

Todas as soluções ácidas são igualmente ácidas? E as soluções básicas (alcalinas), são todas igualmente básicas? A resposta a ambas as perguntas é não. O grau de acidez ou de basicidade (alcalinidade) de uma solução pode ser expresso por meio do pH, que é uma propriedade característica de cada solução.

A escala de pH é estudada com detalhes em Físico-Química, mas vamos aqui apresentar uma noção a seu respeito.

na temperatura de 25 ˚c:

Uma solução ***neutra*** *tem* ***pH 5 7****.*

Uma solução ***ácida*** *tem* ***pH , 7****.*

Uma solução ***básica (alcalina)*** *tem* ***pH . 7****.*

Quanto ***menor o pH, maior a acidez*** *de uma solução (ou, equivalentemente,* ***menor a alcalinidade*** *dessa solução).*

o de 1998.eir

Quanto ***maior o pH, maior a alcalinidade*** *de uma solução (ou, equivalentemente,* ***menor a acidez*** *dessa solução).*

yO/cId

TINSTOck

y/lA

GARcIA-pElA

pHOTO lIbRAR

cHARlES d. wINTERS/ScIENcE

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

▲ *O papel indicador universal, após ser mergulhado em uma solução e*

▲ *Aparelho eletrônico digital que mede o pH de uma*

comparado com uma escala colorida, dá uma ideia do pH dessa solução.

solução, denominado ***pHmetro*** *(lê-se "peagâmetro").*

4 Sais

4.1 Neutralização total

Quando misturamos uma solução aquosa de HC, e uma solução aquosa de NaOH ocorre uma reação entre os íons H e OH, formando água. Essa reação é chamada de ***neutralização****.*

H OH # HOH

Como você pode perceber, a neutralização faz com que os íons H e OH presentes em solução se transformem em água e, dessa forma, permaneçam em solução apenas os íons Na e C,.

A reação em questão pode ser representada pela seguinte equação química: HC, NaOH # NaC, HOH

Se, após a mistura das soluções, evaporarmos completamente a água, restará no fundo do recipiente um sólido branco, cuja fórmula é NaC□. Esse composto pertence ao grupo de substâncias químicas chamadas de ***sais****.*

*Podemos definir **sal** como um composto iônico que contém cátion proveniente de uma base e ânion proveniente de um ácido.*

Neutralização total

Na

H

C–

C–

Na

OH–

Evaporando-se a água

Na C– sólido

HOH

ADILSON SECCO

Outros exemplos de neutralização podem ser assim equacionados: A representa-HNO3 NaOH

*# NaNO3 *

HOH

ção usual para a

H2SO4 Ca(OH)2

 # CaSO4 2

HOH

água é H2O. Nas

H3PO4 3 KOH

 # K3PO4 3

HOH

equações ao lado

estamos usando

Perceba que o balanceamento dessas equações emprega coeficientes para o ácido ***HOH*** *para ficar*

e para a base visando igualar o número de íons H□ e OH□. Assim, não sobram íons H□

bem claro que, no

o de 1998.

nem OH□. Uma reação desse tipo é chamada de ***neutralização total.***

eir

caso das reações

entre ácido e base,

ela se forma a par-

4.2 Nomenclatura dos ânions

tir dos íons ***H□*** *e*

Para dar nome a um sal é necessário conhecer o nome do ânion presente nesse sal.

OH□.

A ***nomenclatura dos ânions*** *é feita substituindo-se a terminação do nome do ácido pela terminação do nome do ânion, conforme a seguinte regra:*

ÁCIDO

***ÂNION***

ídrico

***eto***

oso

***ito***

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ico

*# **ato***

odução pr

Repr

*Veja exemplos do nome e da fórmula de ânions, **deduzidas** a partir do nome e da fórmula dos ácidos correspondentes*:*

Ácido

Ânion

Ácido

Ânion

Ácido

Ânion

Lembre-se

*… **ídrico***

*… **eto***

*… **oso***

*… **ito***

*… **ico***

*… **ato***

HF

F

H

SO2

H

SO2

Um ânion pos-

2SO3

3

2SO4

4

*fl uor**ídrico***

*fl uor**eto***

*sulfur**oso***

*sulf**ito***

*sulfúr**ico***

*sulf**ato***

suirá tantas cargas

negativas quantos

HC

C

HNO2

NO2

HNO3

NO3

*clor**ídrico***

*clor**eto***

*nitr**oso***

*nitr**ito***

*nítr**ico***

*nitr**ato***

forem os H□ retira-

□

□

dos do ácido.

HBr

Br□

HC□O2

C□O2

HC□O3

C□O3

*brom**ídrico***

*brom**eto***

*clor**oso***

*clor**ito***

*clór**ico***

*clor**ato***

HI

I□

HC□O

C□O□

HC□O

□

4

C□O4

*iod**ídrico***

*iod**eto***

*hipoclor**oso***

*hipoclor**ito***

*perclór**ico***

*perclor**ato***

HCN

CN□

H

2□

□

*3PO3***

HPO3

H3PO4

PO34

*cian**ídrico***

*cian**eto***

*fosfor**oso***

*fos**fito***

*fosfór**ico***

*fosf**ato***

H

□

2S

S2□

*H3PO2****

H2PO2

CH3COOH

CH3COO□

*sulf**ídrico***

*sulf**eto***

*hipofosfor**oso***

*hipofosf**ito***

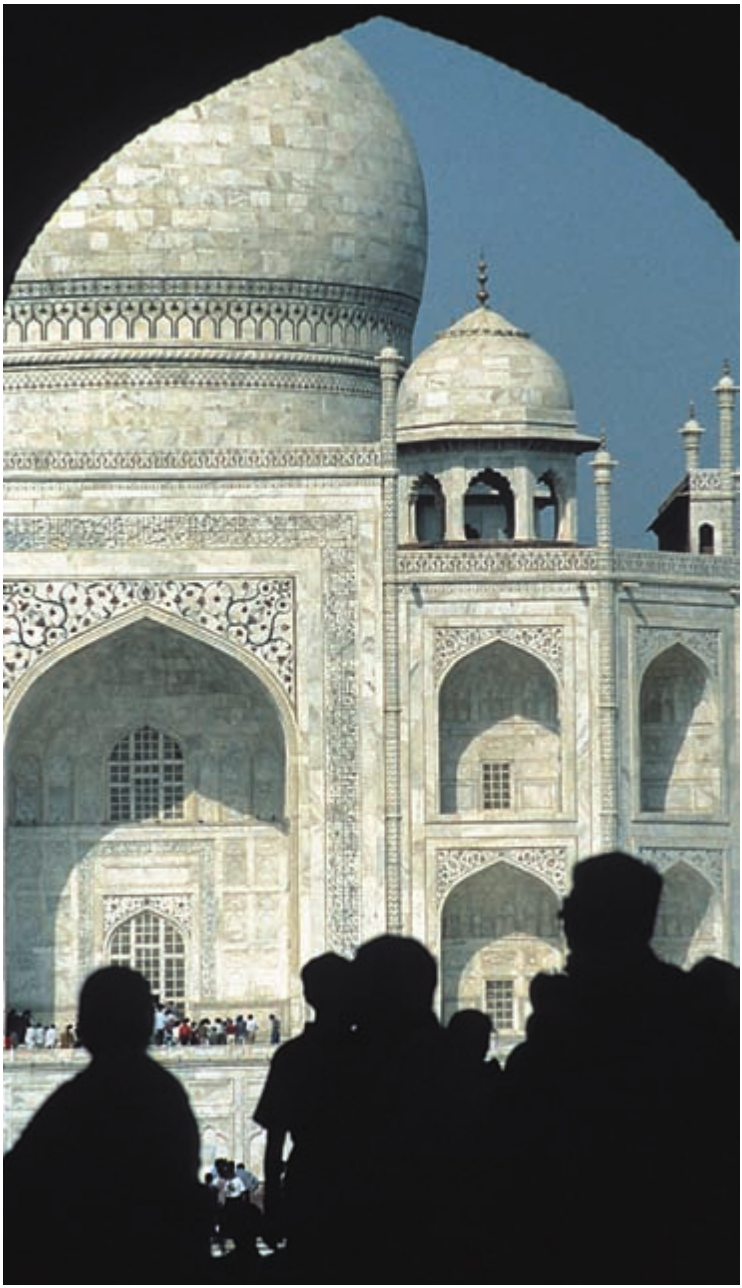
*acét**ico***

*acet**ato***

** Uma lista mais ampla está no Apêndice A, no fi nal do livro.*

*** O H3PO3 só tem **dois** hidrogênios ionizáveis.*

**** O H3PO2 só tem **um** hidrogênio ionizável.*



4.3 Sais normais: fórmulas e nomenclatura

*A **nomenclatura dos sais** é feita escrevendo-se o nome do ânion, a palavra "de" e o nome do cátion. Veja os exemplos.*

(nome do ânion)

(nome do cátion)

*…….. **de** …….*

ácido

ácido

ácido

ácido

HNO

HC,

2

HNO3

H2SO4

*clor**ídrico***

*nitr**oso***

*nítr**ico***

*sulfúr**ico***

□

□

□

□

□

□

2□

2□

Na

C,

K

NO2

NH4

NO3

Ca

SO4

1

1

1

1

1

1

1

1

cátion

ânion

cátion

ânion

cátion

ânion

cátion

ânion

sódio

*clor**eto***

potássio

*nitr**ito***

amônio

*nitr**ato***

cálcio

*sulf**ato***

NaC,

KNO2

NH4NO3

CaSO4

cloreto de sódio

nitrito de potássio

nitrato de amônio

sulfato de cálcio

ácido H

ácido

ácido

ácido

3PO4

*fosfór**ico***

H2SO4

*sulfúr**ico***

H2S

*sulf**ídrico***

H2S

*sulf**ídrico***

2□

3□

2□

2□

2□

2□

3□

2□

o de 1998.eir

Mg

PO4

Cu

SO4

Fe

S

Fe

S

3

2

1

1

1

1

2

3

cátion

ânion

cátion

ânion

cátion

ânion

cátion

ânion

*magnésio fosf**ato***

*cobre (II) sulf**ato***

*ferro (II) sulf**eto***

*ferro (III) sulf**eto***

Mg3(PO4)2

CuSO4

FeS

Fe2S3

fosfato de magnésio

sulfato de cobre (II)

sulfeto de ferro (II)

sulfeto de ferro (III)

(sulfato cúprico)

(sulfeto ferroso)

(sulfeto férrico)

A

□

C

TINSTOck

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

cOREl/STOckpHOTOS

A/cORbIS/lA

Repr

NONSTOck-OTHER ImAGES

H. bENSER-ZEF

A O mármore, que contém o sal carbonato de cálcio, CaCO3, é uma bela rocha usada, entre outras fi nalidades, para a ornamentação de construções e para fazer estátuas. Na foto, o Taj Mahal, construído entre 1631 e 1648, na Índia, que apresenta grande quantidade de mármore em seu revestimento. O CaCO3 também é encontrado nas pérolas e na casca dos ovos de aves e de répteis.

A água do mar contém vários sais dissolvidos. Aqueles presentes em quantidade mais expresssiva são representados, em ordem decrescente de abundância, pelas fórmulas NaC,, MgC,2, MgSO4, CaSO4, KC,, CaCO3 e KBr.

C O gesso usado em ortopedia contém sulfato de cálcio, CaSO4. O giz escolar, também.

220

Capítulo 11

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

51. *(UFRGS-RS) Completando a reação:*

H

47. *Escreva a equação da reação de neutralização total 3PO4 □ Ba(OH)2 # ? □ H2O*

que ocorre entre ácido fosfórico e hidróxido de

e acertando os coeficientes, a alternativa que corres-

cálcio.

ponde aos coeficientes corretos é:

a) *2, 3, 3, 6*

d) *1, 3, 1, 1*

Resolução

b) *2, 3, 1, 6*

e) *1, 1, 1, 1*

Primeiramente precisamos escrever as fórmulas

c) *1, 1, 3, 1*

dos reagentes: H3PO4 e Ca(OH)2. A seguir, para

que haja neutralização total, devemos igualar a

52. *(Evangélica-GO) Os compostos NaNO3; NH4OH;*

quantidade de íons H e OH colocando os coefi-

H2SO4 pertencem respectivamente às funções:

cientes adequados para cada substância:

a) *sal, base, ácido.*

d) *sal, ácido, base.*

2 H3PO4 3 Ca(OH)2 # Sal 6 H2O

b) *ácido, base, sal.*

e) *ácido, sal, ácido.*

6 H

e

6 OH

formam

6 HOH

c) *base, sal, ácido.*

Retiramos os hidrogênios do ácido, obtendo a fór-

mula do ânion dele proveniente: PO3

53. *Dê o nome dos seguintes sais:*

4 (carga 3,

pois no H3PO4 há 3 hidrogênios ionizáveis).

a) *KC,*

f) *CaSO4*

k) *MgCO3*

Levando em conta que a carga do cálcio é 2□,

b) *NaBr*

g) *Na2SO3*

l) *KBrO3*

obtemos a fórmula do sal, (Ca2□)

□

3 (PO34)2, e a colo-

c) *(NH4)2S*

h) *K3PO4*

m) *CuSO4*

o de 1998.

camos na equação, conferindo o balanceamento.

eir

d) *KI*

i) *NaNO3*

n) *FeS*

2 H3PO4 □ 3 Ca(OH)2 # Ca3(PO4)2 □ 6 H2O

e) *Na2CO3*

j) *Ca(NO2)2*

o) *Fe2(SO4)3*

54. *Escreva a fórmula dos seguintes compostos:*

48. *Escreva a equação da reação de neutralização total*

a) *carbonato ferroso;*

entre:

b) *sulfato de crômio (III);*

a) *ácido sulfúrico e hidróxido de potássio;*

c) *nitrato de níquel (II);*

b) *ácido nítrico e hidróxido de alumínio;*

d) *sulfato de chumbo (IV).*

c) *ácido sulfúrico e hidróxido de ferro (III);*

55. *(Ufal) Importante substância fertilizante é represen-d) ácido fosfórico e hidróxido de magnésio;*

tada pela fórmula (NH

e) *ácido carbônico e hidróxido de amônio.*

4)2SO4. Seu nome é:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) *hidrogenossulfato de amônio.*

49. *(Uerj) Para o tratamento da acidez estomacal, recob) sulfito de amônio.*

odução pr

menda-se a ingestão de antiácidos que contenham

c) *sulfato de amônio.*

Repr

hidróxido de alumínio em sua formulação. A função

d) *sulfato de amônio e hidrogênio.*

dessa substância é neutralizar o excesso do ácido

produzido pelo estômago.

e) *amoniato de enxofre e oxigênio.*

Os produtos da reação de neutralização total entre

56. *(UFPA) Entre os nutrientes inorgânicos indispensáveis o hidróxido de alumínio e o ácido do estômago são*

aos vegetais, estão o nitrogênio (para o crescimento

água e um sal, cuja fórmula está contida na seguinte

das folhas), o fósforo (para o desenvolvimento das

alternativa:

raízes) e o potássio (para a floração). Por isso, na fa-

a) *A,C,*

b) *A,C,3*

c) *A,SO4*

d) *A,2(SO4)3*

bricação de fertilizantes para o solo, são empregados,

50. *(Unisinos-RS) Ao participar de uma festa, você pode entre outros, os compostos KNO3, Ca3(PO4)2 e NH4C,,*

comer e beber em demasia, apresentando sinais de

que são, respectivamente, denominados:

má digestão ou azia.

a) *nitrito de potássio, fosfito de cálcio e clorato de Para combater a acidez, ocasionada pelo excesso de áci-amônio.*

do clorídrico no estômago, seria bom ingerir uma colher

b) *nitrato de potássio, fosfito de cálcio e cloreto de de leite de magnésia, que irá reagir com esse ácido.*

amônio.

A equação que representa a reação é:

c) *nitrito de potássio, fosfato de cálcio e cloreto de* ***a)*** *Mg(OH)2 □ 2 HC,O # Mg(C,O)2 □ 2 H2O*

amônio.

b) *Mg(OH)2 □ 2 HC, # MgC,2 □ 2 H2O*

d) *nitrato de potássio, fosfito de cálcio e clorato de* ***c)*** *Mg(OH)2 □ 2 HC,O3 # Mg(C,O3) □ 2 H2O*

amônio.

d) *Mn(OH)2 □ 2 HC,O2 # Mn(C,O2)2 □ 2 H2O*

e) *nitrato de potássio, fosfato de cálcio e cloreto de* ***e)*** *Mn(OH)2 □ 2 HC, # MnC,2 □ 2 H2O*

amônio.

221

57. *(UFRGS-RS) No processo de produção do sal refinado, As fórmulas representativas das substâncias destaca-a lavagem do sal marinho provoca a perda do iodo*

das no texto anterior são respectivamente:

natural, sendo necessário, depois, acrescentá-lo na

***a)** KI, MgC,, MgSO4 e NaCO3*

*forma de **iodeto de potássio**. Outra perda significativa **b)** K*

é a de íons magnésio, presentes no sal marinho na

2I, MgC,2, Mg2SO4 e Na2CO3

*forma de **cloreto de magnésio** e **sulfato de magné-***

***c)** K2I, Mg2C,2, MgSO4 e Na(CO3)2*

***sio**. Durante esse processo são também adicionados*

***d)** KI, MgC,2, MgSO4 e Na2CO3*

*alvejantes, como o **carbonato de sódio**.*

***e)** KI2, Mg2C,, Mg(SO4)2 e Na3CO3*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

***58.** (UFRJ) O ácido clórico é um ácido forte, utilizado celular". Esse material é leve, resistente e não é agressi-como catalisador em reações de polimerização e como*

vo à saúde e ao meio ambiente; é empregado para fabri-

agente oxidante. Soluções aquosas desse ácido podem

cação de blocos utilizados na construção de casas e pré-

causar grande irritação na pele e nas mucosas.

dios. O ortossilicato é um íon tetravalente que contém

a) *Represente a fórmula estrutural do ácido clórico.*

32 elétrons no total em sua estrutura eletrônica de

b) *Qual o nome do sal formado pela reação de neu-*

Lewis (elétrons das camadas de valência dos átomos

tralização do ácido clórico pelo hidróxido de

mais os correspondentes à carga do íon). A fórmula

alumínio?

correta desse composto é:

a) *Ca*

59.

2SiO3

c) *Ca2Si2O7*

e) *Ca2SiO4*

(UFRJ) Os ácidos podem ser classificados quan-

b) *CaSiO3*

d) *CaSiO4*

o de 1998.

to ao número de hidrogênios ionizáveis. O ácido

eir

hipofosforoso (H3PO2), utilizado na fabricação de

63. *(UFRJ) A cor da luz emitida durante a queima depen-medicamentos, apresenta fórmula estrutural:*

de das substâncias usadas nos fogos de artifício.

H

A tabela a seguir apresenta algumas dessas substân-

cias e suas respectivas cores:

O

P

O

H

H

Substância

Cor

a) *Quantos hidrogênios são ionizáveis no ácido hi-*

Carbonato de lítio

Vermelha

pofosforoso? Justifique sua resposta.

b) *Escreva a equação de neutralização desse ácido*

Carbonato de estrôncio

Vermelha

com o hidróxido de sódio.

Cloreto de sódio

Amarela

60. *(Faee-GO) Águas naturais que contêm quantidade*

Cloreto de bário

Verde

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

apreciável de íons Ca2□ ou Mg2□, chamadas de águas

Cloreto de cobre (I)

Azul

duras, interferem na ação dos sabões, impedindo que

odução pr

Alumínio

Branca brilhante

Repr

façam espuma. Esses íons podem ser eliminados pela

adição de Na2CO3, pois ocorre a precipitação na forma

Titânio

Branca brilhante

de carbonatos. A fórmula do carbonato de cálcio é:

Magnésio

Branca brilhante

a) *Ca(CO3)2*

c) *Ca2CO3*

e) *Ca2(CO3)3*

b) *CaCO3*

d) *Ca3(CO3)2*

Num espetáculo de queima de fogos de artifício,

quatro foguetes estouram em sequência. A substância

61. *(Unitins-TO) O bromato de potássio, produto de aplica-escolhida, dentre as apresentadas nessa tabela, para*

ção controvertida na fabricação de pães, na ordem in-

se obter a cor desejada, pode ser assim descrita:

dicada na fórmula, apresenta elementos das famílias:

1o foguete: *sal de cozinha;*

a) *alcalinos, halogênios, calcogênios.*

2o foguete: *sal de um metal de transição;*

b) *alcalinos-terrosos, calcogênios, halogênios.*

3o foguete:

c) *halogênios, calcogênios, alcalinos.*

substância cujo metal pertença ao quinto

período;

d) *calcogênios, halogênios, alcalinos.*

4o foguete: *substância metálica cuja configuração* ***e)*** *alcalinos-terrosos, halogênios, calcogênios.*

eletrônica é 1s2 2s2 2p6 3s2 3p1.

62. *(FGV-SP) No desenvolvimento de novos materiais para Indique a substância usada em cada foguete.*

construção civil, pesquisadores da Suécia, em 1924,

submeteram uma mistura de cal, cimento, areia e pó de

64. *(Vunesp) Comparar cloreto de potássio e cloreto de alumínio a vapores de água sob alta pressão e tempera-hidrogênio quanto:*

tura. Como resultado, obtiveram um composto químico

a) *ao tipo de ligação de cada composto puro;*

estável, o ortossilicato de cálcio, com orifícios com

b) *à dissolução de cada um desses compostos em água;*

aspectos de células, recebendo o nome de "concreto

c) *à função inorgânica a que pertence cada composto.*

222

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

65. *(Fuvest-SP) Que tipos de ligação existem no Na2SO4*

0. Apesar dos benefícios que os produtos químicos

sólido? Que tipos de ligação são desfeitos no Na

trazem para a indústria, deve-se evitar a ingestão

2SO4

(sólido) quando este é dissolvido em água?

de quaisquer desses produtos.

1. A água do mar é uma substância composta forma-

66. *(UnB-DF) A Química está tão presente na vida do da por água (H2O) e cloreto de sódio (NaC,).*

homem que é difícil imaginar a vida sem a Químí-

2. Um aquário com muitos peixes deve ter sua água

ca. Os produtos químicos têm inúmeras aplicações,

borbulhada com ar para repor oxigênio que os

entre as quais ressalta-se a fabricação dos compu-

peixes consomem das moléculas de água (H2O)

durante a respiração.

tadores, que constituem a revolução do final do

3. O eventual processo de enferrujamento de com-

século XX.

ponentes de um computador, confeccionados com

Considerando a presença da Química no cotidiano,

determinado metal, é um exemplo de transforma-

julgue os itens a seguir em certos ou errados.

ção química.

4.4 Neutralização parcial

As reações de neutralização que discutimos até aqui são chamadas de reações de neutralização total. No entanto há também outras, que denominaremos reações de ***neutralização parcial****.*

Para entender a diferença entre elas, analise cuidadosamente os esquemas a seguir.

Comparando esses exemplos, você pode perceber que, quando a quantidade de íons H+ fornecidos pelo ácido for igual à de íons OH– fornecidos pela base, acontecerá neutralização total.

A neutralização parcial ocorre quando há um excesso de H+ (neutralização parcial do ácido) *o de 1998.eir*

ou de OH– (neutralização parcial da base).

Reação entre ácido sulfúrico e hidróxido

Reação entre ácido sulfúrico e hidróxido

de sódio na proporção de 1 : 2

de sódio na proporção de 1 : 1

H

Na

OH–

H

SO2–

SO2–

Na

OH–

H

4

Na

OH–

H

4

cOcE SNO

Neutralização

Neutralização

SldI

total *Na*

Na

SO2–

4

parcial do

H

Na

SO2–

4

: AS

ácido

HOH

HOH

HOH

E

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

çõAR

Evaporando-se a água

Evaporando-se a água

TS

Ilu

odução pr

Sal normal

Hidrogenossal

Repr

2–

Na SO

[Na⊕] [SO

4]

2

1

NaHSO

[Na⊕] [HSO–4]

1

1

2

4

4

H SO

Na SO

O

H SO + NaOH

NaHSO

O

2

4 + 2 NaOH

2

4 + 2 H2

2

4

4 + H2

Reação entre ácido clorídrico e hidróxido

Reação entre ácido clorídrico e hidróxido

de cálcio na proporção de 2 : 1

de cálcio na proporção de 1 : 1

H

C –

Ca2 OH–

H

C–

OH–

Ca2

H

C –

OH–

OH–

cOcE SNO

Neutralização

Neutralização

S

Ca2

C

l

C

total

parcial da

OH–

Ca2

C

dI

: AS

HOH

HOH

base

HOH

E

çõAR

Evaporando-se a água

Evaporando-se a água

TS

Ilu

Sal normal

Hidroxissal

CaC

[Ca2] [C–

1

]2

Ca(OH)C

[Ca2

][OH–][C

–]

2

2 HC

+ Ca(OH)

CaC

+ 2 H O

HC

+ Ca(OH)

Ca(OH)C

+ H O

2

2

2

2

2

223

4.5 Hidrogenossais: fórmulas e nomenclatura

A nomenclatura dos hidrogenossais é muito semelhante à dos sais normais, diferindo no fato de indicarmos a quantidade de hidrogênios ionizáveis por meio dos prefixos ***mono-hidrogeno*** *(o* ***mono*** *pode ser omitido),* ***di-hidrogeno*** *etc.*

NaH2PO4 — di-hidrogenofosfato de sódio

Na2HPO4 — (mono-)hidrogenofosfato de sódio

NaHSO4 — (mono-)hidrogenossulfato de sódio

NaHCO3 — (mono-)hidrogenocarbonato de sódio

Os hidrogenossais eram antigamente chamados de sais ácidos. Assim, outra opção para dar nome a esses sais é fazer uso dos termos ***monoácido****,* ***diácido*** *etc. Essa forma de nomenclatura tende, contudo, ao desuso.*

NaH2PO4 — fosfato diácido de sódio

Na2HPO4 — fosfato (mono)ácido de sódio

NaHSO4 — sulfato (mono)ácido de sódio

NaHCO3 — carbonato (mono)ácido de sódio

Quando o hidrogenossal for originário de um ácido com dois hidrogênios ionizáveis (e somente nesses casos), pode-se substituir o prefixo ***hidrogeno*** *por* ***bi****.*

o de 1998.eir

NaHSO4 — bissulfato de sódio

NaHCO3 — bicarbonato de sódio

EXEMPLOS MAIS IMPORTANTES DO USO DO PREFIXO “BI”

HSO□4

bissulfato

HCO□3

bicarbonato

H2SO4

H2CO3

sulfúrico

carbônico

□

□

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

SO24

sulfato

CO23

carbonato

odução pr

HSO□3

bissulfito

HS□

bissulfeto

Repr

H2SO3

H2S

sulfuroso

sulfídrico

SO2□

3

sulfito

S2□

sulfeto

***Importante:** O prefixo **bi** tem razões de origem histórica e, **nesse contexto, não significa dois**.*

(Sua origem remonta a uma época em que as fórmulas dos compostos não eram conhecidas com precisão e pensava-se que o bicarbonato fosse o "dobro" do carbonato, por exemplo.)

 Fertilizantes são fabricados

de modo que forneçam aos

vegetais os elementos químicos

que lhes são indispensáveis

ao crescimento, à fl oração e

à frutifi cação. Tais elementos

TINS/PULSAR IMAGENS

aparecem nos fertilizantes

na forma de sais, como, por

exemplo, KNO3, NaNO3,

DELFIM MAR

CaSO4, Ca3(PO4)2, CaHPO4,

NH4C, NH4NO3, (NH4)2SO4,

(NH4)3PO4. Aplicação de adubo

em Itiquira, MT, em 2001.

224

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

4.6 Hidroxissais: fórmulas e nomenclatura

Sua nomenclatura, semelhante à nomenclatura dos hidrogenossais, é indicada pelos prefixos ***mono-hidroxi*** *(o* ***mono*** *pode ser omitido),* ***di-hidroxi*** *etc.*

A□(OH)2C□ — di-hidroxicloreto de alumínio

A□(OH)C□2

— (mono-)hidroxicloreto de alumínio

Ca(OH)NO3 — (mono-)hidroxinitrato de cálcio

Os hidroxissais eram antigamente chamados de sais básicos. Outra forma de nomenclatura utiliza os termos ***monobásico, dibásico*** *etc. Essa forma de nomenclatura tende ao desuso.*

A□(OH)2C□ — cloreto dibásico de alumínio

A□(OH)C□2

— cloreto (mono)básico de alumínio

Ca(OH)NO3 — nitrato (mono)básico de cálcio

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

67. *Equacione as reações de neutralização entre ácido transformada em polpa de papel. A fórmula molecular*

o de 1998.eir

sulfúrico e hidróxido de potássio:

correta, para o sulfito ácido de cálcio, é:

a) *na proporção de 1 : 2* ***b)*** *na proporção de 1 : 1*

a) *CaHSO3*

c) *Ca(HSO3)2*

e) *Ca(HS)2*

68. *Equacione as reações de neutralização entre ácido* ***b)*** *CaHSO4*

d) *Ca(HSO4)2*

carbônico e hidróxido de sódio:

73. *(Ceub-DF) Considere as espécies químicas: H□; Na□;* ***a)*** *na proporção de 1 : 2* ***b)*** *na proporção de 1 : 1*

NH

□

3; CO23 . É correta a fórmula:

69. *Escreva a equação das reações entre ácido sulfídrico* ***a)*** *NH3CO3*

c) *HCO3*

e) *NaHCO3*

e hidróxido de sódio com:

b) *NaCO3*

d) *NH3HCO3*

a) *neutralização total;*

74. *(PUC-PR) Relacione a coluna da direita com a da es-b) neutralização parcial do ácido.*

querda:

70. *O composto NaHCO*

1. *NaHCO3*

(A) Ácido fosfórico

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

3 é usado em fermentos para bolo,

em antiácidos estomacais e em alguns extintores de

2. *Mg2P2O7*

(B) Hidróxido plúmbico

incêndio. Dê dois nomes para ele.

3. *H*

odução pr

2SO3

(C) Carbonato de sódio

Repr

71. *Quatro íons importantes cujo nome pode começar*

4. *Pb(OH)4*

(D) Ácido sulfúrico

com bi são mostrados a seguir. Escreva a fórmula do

5. *H3PO4*

(E) Pirofosfato de magnésio

ácido do qual se originam. Escreva também o nome

(F) Hidróxido plumboso

(começando com bi) de cada um desses íons.

(G) Bicarbonato de sódio

a) *HS*□

b) *HSO*□

□

□

3

c) *HSO4*

d) *HCO3*

A alternativa que relaciona corretamente fórmula e

72.

nome é:

(Unisinos-RS) Na indústria de celulose e papel, o sulfi-

to ácido de cálcio desempenha importante função, pois

a) *1-G; 2-E; 4-B; 5-A.*

d) *1-G; 2-A; 3-D; 4-B.*

tem a capacidade de dissolver a lignina, que mantém

b) *1-C; 2-E; 3-D; 5-A.*

e) *2-E; 3-D; 4-B; 5-A.*

unidas as fibras de celulose, permitindo que esta seja

c) *1-C; 2-F; 3-D; 5-A.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

75. *(Uece) O ácido fosfórico, H3PO4, é um ácido usado* ***a)*** *H3PO4* □ *3 NaC*□ *# 3 HC*□ □ *Na3PO4*

na preparação de fertilizantes e como acidulante em

b) *H*

bebidas refrigerantes. Pode ser neutralizado por uma

3PO4 □ 2 A□(OH)3 # A□2(OH)3PO4 □ 3 H2O

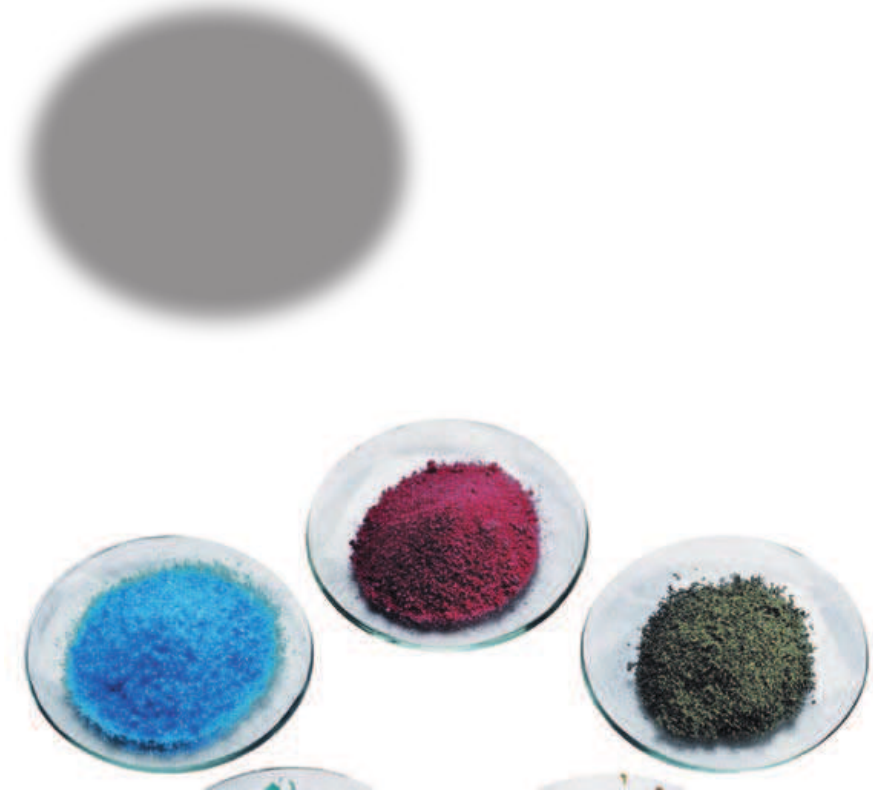
base. Determine a alternativa que mostra uma reação

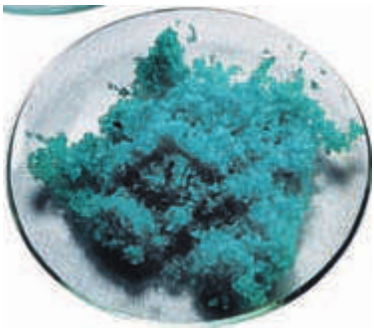
c) *2 H3PO4 □ 3 Ca(OH)2 # Ca3(PO4)2 □ 6 H2O*

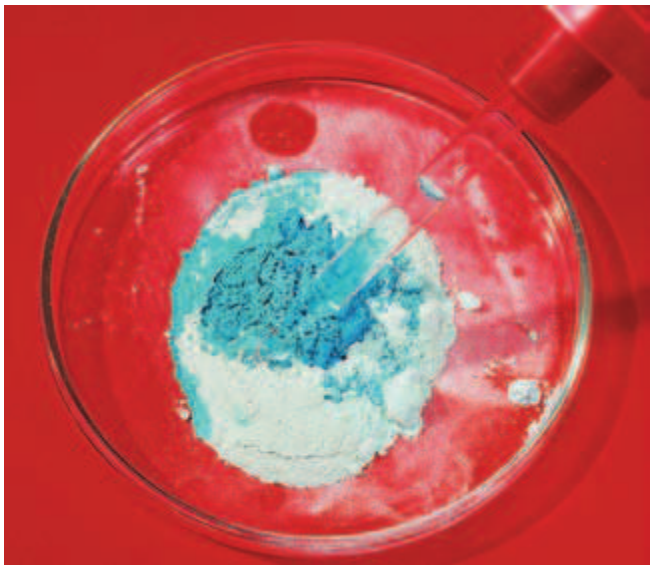
de neutralização parcial desse ácido por uma base.

d) *H3PO4 □ 2 NaOH # Na2HPO4 □ 2 H2O*

225







76. *(Uerj) Um caminhão transportando ácido sulfúrico* ***78.*** *(UEM-PR) As reações entre os ácidos e as bases pro-capotou, derramando o ácido na estrada. O ácido*

duzem sal e água. Tendo em vista que estas reações

foi totalmente neutralizado por uma solução aquosa

são de neutralização parcial, determine a única opção

de hidróxido de sódio. Essa neutralização pode ser

que representa a equação da reação onde não é obtido

corretamente representada pelas equações abaixo.

um sal ácido ou sal básico, pois não se trata de reação

H

de neutralização parcial.

2SO4 □ 2 NaOH # X

□ 2 H2O

H

a) *H*

2SO4 □ NaOH # Y

□ H2O

2SO4 □ NaOH # NaHSO4 □ H2O

As substâncias X e Y são, respectivamente:

b) *HNO3 □ Ca(OH)2 # Ca(OH)NO3 □ H2O*

a) *Na*

c) *H3PO4 □ 2 LiOH # Li2HPO4 □ 2 H2O*

2SO4/NaHSO4

b) *NaHSO*

d) *HC□ □ Mg(OH)2 # Mg(OH)C□ □ H2O*

4/Na2SO4

c) *Na*

e) *H3PO3 □ 2 KOH # K2HPO3 □ 2 H2O*

2SO3/Na2SO4

d) *Na2SO4/NaHSO3*

79. *(UFPel-RS) A absorção de elementos químicos pelas*

e) *NaHSO3/Na2SO4*

raízes das plantas dá-se a partir da solução do solo

(fase líquida) na forma de íons. Dos dezesseis nu-

77. *(Unirio-RJ) Os sais são produtos também obtidos trientes essenciais para as plantas, seis são chamados*

pela reação de neutralização total ou parcial dos

de ***macronutrientes****. Os íons desses macronutrientes*

hidrogê nios ionizáveis dos ácidos com as bases ou

ocorrem, na solução do solo, da seguinte maneira:

hidróxidos, segundo a reação genérica:

• potássio, cálcio e magnésio, como cátions;

ácido □ base # sal

□ H2O

• enxofre, como ânion sulfato;

Com base nessa afirmação, determine o único ácido

• fósforo, como ânion mono-hidrogenofosfato e di-

que não apresenta todos os seus produtos possíveis

-hidroge nofosfato;

e relacionados:

o de 1998.

• nitrogênio, como cátion amônio ou ânion nitrato.

eir

***a)** clorídrico — só produz o sal neutro cloreto.*

***a)** Considerando os cátions magnésio, potássio e cál-*

***b)** nítrico — só produz o sal neutro nitrato.*

cio, estabeleça a ordem crescente de raio atômico

***c)** fosfórico — só produz o sal neutro fosfato.*

dessas espécies.

***d)** sulfídrico — pode produzir tanto o sal neutro*

***b)** Faça a fórmula estrutural do cátion amônio.*

sulfeto como o sal ácido, sulfeto ácido ou hidro-

***c)** Indique as fórmulas químicas resultantes da combina-genossulfeto.*

ção do ânion mono-hidrogenofosfato com um cátion

***e)** sulfúrico — pode produzir tanto o sal neutro*

monovalente e outro bivalente, citados no texto.

sulfato como o sal ácido, sulfato ácido ou hidro-

***d)** Escreva o nome da família ou grupo a que perten-*

genossulfato.

cem, respectivamente, os elementos K e Mg.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

4.7 Sais hidratados

odução pr

O gesso é fabricado utilizando como matéria-prima uma rocha

TINSTOCK

Repr

chamada gipsita. Nela há uma substância denominada sulfato de cálcio Y/ LA

T PHOTOGRAPHY/

di-hidratado, cuja fórmula química é CaSO4 □ 2 H2O. Pela fórmula você pode constatar a presença de água na substância. Trata-se da ***água de cristalização*** *ou* ***água de hidratação****, que é aquela água que se encontra dentro do retículo cristalino de um composto iônico em quantidade bem ANDREW LAMBER*

SCIENCE PHOTO LIBRAR

definida, fazendo parte de sua composição.

Um sal é cha ma do de ***sal hidra ta do*** *quan do pos sui água de crista li za ção. Outros exem plos, além da gipsita, são o CuSO4 . 5 H2O, sulfa to de cobre (II) pen tai dra ta do, e o Na*

□ *O sulfato de cobre (II)* ***anidro*** *(isto é, isento*

2SO4 □ 10 H2O, sul fa to de sódio

de água) é branco. Em contato com água,

decai dra ta do.

hidrata-se a CuSO4 □ 5 H2O, que tem cor azul.

Cu(NO3)2 □ 3 H2O

CoC□2 □ 6 H2O

CrC□3 □ 6 H2O

Ni(NO3)2 □ 6 H2O

FeC□3 □ 6 H2O

E K

C C

NIE TO

C S

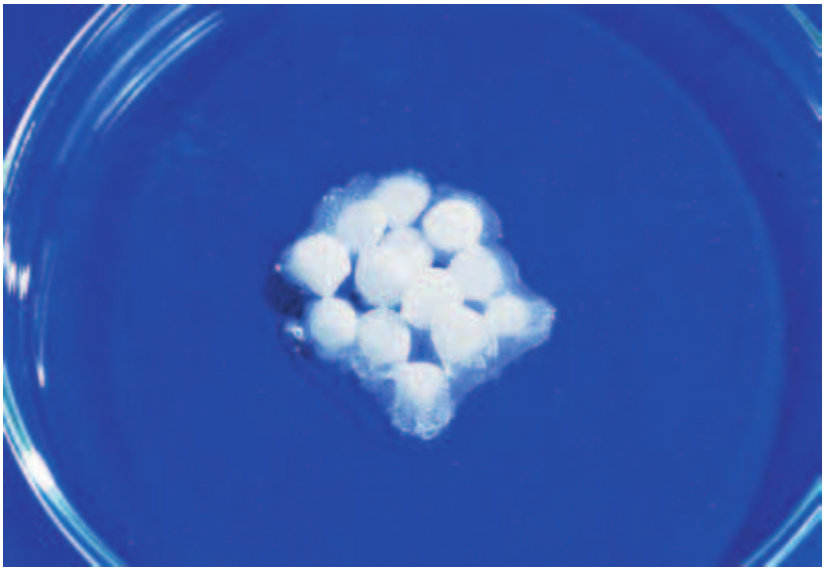
TINLAY/

. CHILLMAID/S

TYN F PHOTO LIBRAR

MAR

□ *Exemplos de sais hidratados.*



Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

4.8 Compostos higros có pi cos

Há um dita do popu lar que diz: "Salei ro entu piu, vem chuva!".

Esse "saber popu lar" pos sui certo fundo de ver da de. O sal de cozi nha con tém algu mas impure zas (MgC,2 e MgSO4) que são higros có pi cas. Um ***composto higroscópico*** *é aquele capaz de absorver espontaneamente*

água da atmosfera.

Em dias úmidos, quando há maior probabilidade de ocorrência de chuva, essas impurezas absorvem água da atmosfera e deixam o sal empelotado, entupindo o saleiro. Em dias secos, quando há poucas possibilidades de chover, a água do sal é perdida para a atmosfera, deixando o sal soltinho.

Outros exemplos de substâncias higroscópicas são o ácido sulfúrico, o hidróxido de sódio e o cloreto de cálcio. Se um frasco com ácido sulfúrico concentrado é deixado destampado, vapor de água da atmosfera é absorvido por ele e ligeiro aumento do nível do líquido irá ocorrer, graças à água absorvida que, líquida, se mistura ao ácido. Se pedaços de hidróxido de sódio sólido são deixados expostos à atmosfera, chegam a absorver tanta água que se dissolvem nela. Após algumas horas, no lugar do sólido observa-se um líquido claro, que é uma solução aquosa de hidróxido de sódio. Fenômeno semelhante ocorre com o cloreto de cálcio.

kc

TOS

o de 1998.

lATIN

eir

AlIESTRA/cId

y/

T pHOTOGRApHy/

EduARdO SANT

ANdREw lAmbER ScIENcE pHOTO lIbRAR

“Saleiro entupiu, vem chuva!” é um ditado com

Pastilhas de NaOH (s) absorvem água da atmosfera

um fundo de verdade, relacionado aos compostos

e acabam se dissolvendo nessa água.

higroscópicos.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

SAiS e cOtidiAnO

Repr

O carbonato de cálcio (CaCO3), por exemplo, é encontrado na casca de ovos, no mármore, no calcário, nas pérolas e nos recifes de coral.

O cloreto de sódio (NaC,), além de ser usado para salgar a comida, tem larga aplicação na conservação de alimentos (carne-seca, bacalhau salgado etc.), na composição do soro fisiológico (uma mistura de água com 0,9% de NaC,) e como matéria-prima para a produção de cloro (C,2), de soda cáustica (NaOH) e de hipoclorito de sódio (NaC,O).

O fluoreto de sódio (NaF) serve como fonte de fluo reto (F) para a formação do esmalte dental, que aumenta a resistência à formação de cáries. É usado em algumas pastas de dente e em enxaguatórios bucais. Em alguns municípios, é acrescentado à água distribuída às residências.

O salitre (KNO3) e o salitre do chile (NaNO3) são empregados como conservantes dos embutidos de carne (presunto, salame, mortadela, rosbife etc.). Tomam parte, também, da composição de fertilizantes e da chamada pólvora negra, uma mistura de salitre, carvão e enxofre pulverizados.

O carbonato de sódio (Na2CO3), também denominado soda ou barrilha, é empregado nas estações municipais de tratamento de água, em piscinas (para evitar que a água fique muito ácida) e nas fábricas de vidro e de sabão em pó como matéria-prima.

Gesso e giz são dois materiais que contêm sulfato de cálcio (CaSO4).

5 Ácidos, bases e sais como eletrólitos

5.1 Força dos ácidos

*O **grau de ionização** (α) de um ácido indica a porcentagem das moléculas dissolvidas na água que sofreram ionização.*

Considere duas soluções aquosas, uma de HC, e outra de HF, preparadas dissolvendo um mesmo número de moléculas em volumes iguais de água. Admitamos que na solução de HC, o grau de ionização seja de 92% e na de HF seja de 8%. Isso significa que, de cada 100 moléculas de HC, dissolvidas, 92 originam íons; no caso do HF, apenas 8 em cada 100. Assim, apesar de o número de moléculas de ácido dissolvidas ser o mesmo, a solução de HC, conduz melhor a corrente elétrica porque apresenta maior quantidade de íons numa mesma quantidade de água.

Brilho

92% das

Apenas 8%

Brilho

muito

moléculas

das moléculas

pouco

cOc

intenso

estão ionizadas

estão ionizadas

intenso

E

k

S

c

NOS

+

/

l

+

u TOSR

dI

: A

+

–

l 4

–

E E

E TT

o de 1998.

S

–

–

m u

eir

E

–

–

A H

çõ

+

k S

A

+

RT

+

+

RISCO DE CHOQUE

S

–

ELÉTRICO

Ilu

Mais moléculas sofreram ionização

HC[?] *(aq)*

na solução de HC[?] *do que na solução de HF*

HF (aq)

• ***AtEnção***

Esses experimentos NÃO devem ser feitos pelo aluno, nem sob a supervisão e orientação do(a) professor(a).

Eles estão sendo aqui APENAS RELATADOS para permitir a compreensão dos temas da Química tratados a seguir.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Além dos riscos referentes à utilização da rede elétrica, o HC, (aq) e o HF (aq) são corrosivos e desprendem vapores irritantes.

odução pr

Repr

Fundamentados na determinação experimental do grau de ionização, os químicos puderam classificar os ***ácidos*** *em* ***fortes, moderados*** *(ou semifortes) e* ***fracos****. O esquema a seguir mostra a ordem crescente de força para alguns ácidos. Deixaremos o estudo numérico do grau de ionização para a Físico-Química.*

Verifica-se aumento da força do ácido

HCN H3BO3 H2CO3 HF HNO2 H3PO4 HNO3 H2SO4 HC, HBr HI

Ácidos fracos

Ácidos moderados

Ácidos fortes

Como prever se um ácido é forte ou não sem consultar essa sequência? Para os ***ácidos inorgânicos oxigenados*** *há uma regra empírica (isto é, baseada nas observações experimentais) que funciona bem.* ***Subtraia o número de hidrogênios ionizáveis do número de oxigênios:*** *se o resultado for 2 ou 3, será um ácido forte; 1, moderado; 0, fraco.*

HC,O4: 4 □ 1 5 3 ácido forte

H2SO4: 4 □ 2 5 2 ácido forte

H3PO4: 4 □ 3 5 1 ácido moderado

H3BO3: 3 □ 3 5 0 ácido fraco

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

*O **ácido carbônico** (H2CO3) é uma importante **exceção** a essa regra. Ele é um ácido **fraco**, ao contrário do que prevê a regra (3 □ 2 5 1; moderado). Trata-se de um ácido instável, que sofre decomposição em gás carbônico e água:*

H2CO3 (aq) # CO2 (g) □ H2O (,)

Como boa parte das moléculas dissolvidas se decompõe, restam poucas moléculas de H2CO3

para sofrer ionização, o que faz a solução apresentar baixa condutividade elétrica. Por isso, o H2CO3 é considerado fraco.

*Para os **ácidos não oxigenados** não há uma regra satisfatória para prever a força. Como há apenas seis hidrácidos de importância, é útil ao estudante saber que: **Verifica-se aumento da força do ácido***

HCN H2S , HF , HC, HBr HI

Fracos

moderado

Fortes

O ácido acético é fraco

O ácido acético (CH3COOH) é um ácido orgânico, mas que frequentemente aparece em procedimentos e em exercícios de Química Inorgânica. Ele é ***fraco****.*

o de 1998.eir

5.2 Solubilidade e força das bases

No que diz respeito à ***solubilidade****, os hidróxidos podem ser divididos em:*

• ***solúveis****: os de metais alcalinos e a amônia;*

• ***parcialmente solúveis****: os de metais alcalino-terrosos (exceto Mg(OH)2);*

• ***insolúveis*** *(isto é, muito pouco solúveis): os demais (incluindo Mg(OH)2).*

Na Química Inorgânica, a expressão "força" da base é empregada com um sentido ligeiramente diferente do que no caso dos ácidos.

São denominadas ***bases fortes*** *aquelas que são solúveis ou parcialmente solúveis em água oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever*

e que, por esse motivo, ao se dissolverem em água são capazes de fornecer soluções com concentrações apreciáveis de íons OH□. Por sua vez, são chamadas de ***bases fracas*** *aquelas que, sendo odução pr*

insolúveis (isto é, muito pouco solúveis), fornecem soluções com concentrações muito baixas de Repr

íons OH□. Assim, na Química Inorgânica, temos:

• ***bases fortes****: as de metais alcalinos e alcalino-terrosos (exceto Mg(OH)2);*

• ***bases fracas****: as demais (incluindo Mg(OH)2).*

Verifica-se, experimentalmente, que apenas uma pequena parte das moléculas de NH3 dissolvidas em água reage com ela, produzindo íons OH. Em geral, menos de 5% delas o fazem!

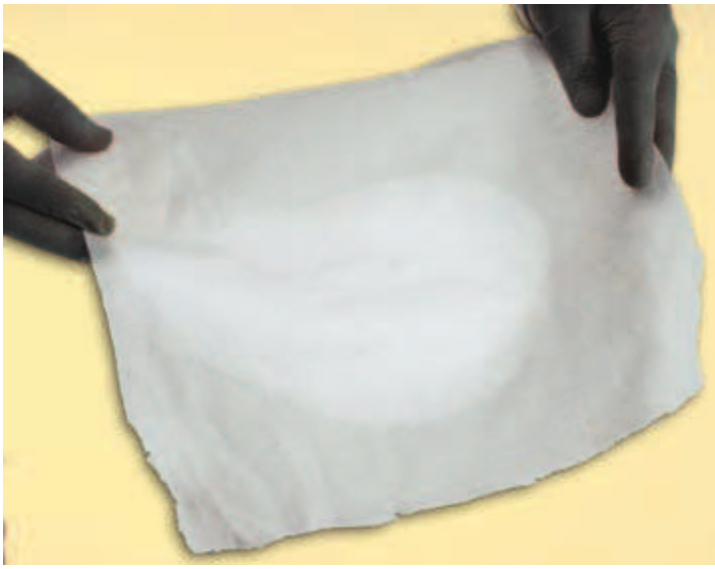
Apesar de a ***amônia*** *ser uma* ***base solúvel*** *em água, ela é classificada como* ***base fraca*** *porque em suas soluções há concentrações relativamente baixas de íons OH.*

O SAnGue dO diAbO

A amônia (NH3) foi utilizada no passado para fazer o material conhecido como sangue do dia bo, um líquido róseo que, ao ser borrifado sobre um tecido branco, perde rapidamente sua cor.

O sangue do diabo era feito dissolvendo-se em meio copo grande de água (cerca de 150 mL) 10 gotas de solução aquosa ***diluída*** *de amônia (hidróxido de amônio) (desprende* ***vapores tóxicos****, que podem provocar desmaios, se inalados) e 20 gotas de solução de fenolftaleína em álcool.*

229



A explicação para o desaparecimento da cor está no fato de a amônia ser um gás. Inicialmente o meio é básico e a fenolftaleína rósea. Quando o líquido é jogado sobre um tecido, a amônia sai na forma de gás e o meio passa a ficar neutro, o que faz a fenolfta leína voltar a ficar incolor.

• ***AtEnção***

Esse experimento só

A jR./cId

A jR./cId

deve ser realizado

com autorização

e supervisão do(a)

SéRGIO dOTT

SéRGIO dOTT

professor(a).

A amônia desprende

vapores irritantes

e tóxicos que

provocam ulceração

da conjuntiva e da

córnea.

 Sangue do diabo recém-preparado é

 Após alguns minutos, a cor rósea desaparece.

borrifado em um pano branco.

5.3 Solubilidade e "força" dos sais

o de 1998.eir

Existe um limite para a quantidade de um composto iônico que pode se dissolver em água.

Dizer que um sal é "solúvel" significa dizer que ele se dissolve em quantidade apreciável em água. E dizer que ele é "insolúvel" não significa que ele não se dissolva em água, mas que se dissolve em pequeníssima quantidade.

Como prever se um sal é solúvel ou não? Há tantos fatores que influen ciam a solubilidade de um sal que isso torna difícil, ou até mesmo impossível, fazer previsões teóricas sobre suas solubilidades. Por esse motivo os químicos costumam construir e consultar as chamadas ***tabelas de solubilidade****, como a tabela 3.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tabela 3 linhas gerais (e bem simplifi cadas) da solubilidade de sais em água *odução pr*

São geralmente solúveis os

exceções importantes (insolúveis)

Repr

sais contendo o ânion

NO□3 (nitrato)

—

CH3COO□ (acetato)

—

C,□ (cloreto)

se o cátion for Ag□, Hg2□

2 ou Pb2□

Br□ (brometo)

se o cátion for Ag□, Hg2□

2 ou Pb2□

I□ (iodeto)

se o cátion for Ag□, Hg2□

2 ou Pb2□

SO2□

□

4 (sulfato)

se o cátion for Ca2□, Sr2□, Ba2□, Hg22 ou Pb2□

São geralmente insolúveis os

exceções importantes (solúveis)

sais contendo o ânion

S2□ (sulfeto)

se o cátion for NH□4, alcalino ou alcalino-terroso

CO2□

□

3 (carbonato)

se o cátion for NH4 ou alcalino

PO3□

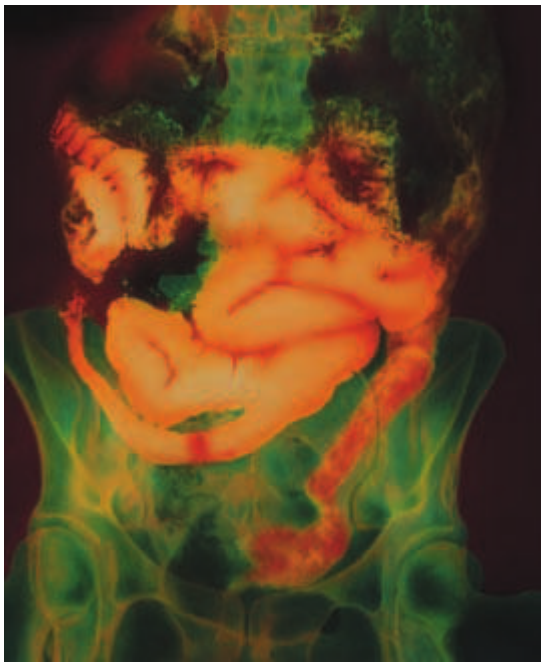
□

4 (fosfato)

se o cátion for NH4 ou alcalino

Fonte: *Tabela elaborada pelos autores a partir de BROWN, T. L. et al. Chemistry: The central Science. 9. ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 2003. p. 118.*

230



Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

k

)

)

c

)

to

)

s

(aq)

(aq

3

tin

) 3

(aq

3

(aq

4

) 2

)

tinstock

la

)

O

4

3

y/

)

O

)

y/la

(N

(SO

(aq

(aq

nS

2

(NO

) 2

, 2

Cr

(aq

M

Fe

o

3

(aq 4

C

, 3

C

O

Co

C

(N

SO

Cr

Ni

Cu

science photo librar

t photoGraphy/science photo librar

▲ O sulfato de bário (BaSO4) é um

sal insolúvel em água. Se ingerido,

permite que o intestino apareça em

anDreW laMber

uma radiografia, como a dessa foto,

em virtude de esse sal absorver os

raios X. O colorido foi aplicado

▲ Solução de alguns sais (solúveis). A maioria dos cátions de metais artificialmente.

de transição é colorida quando em solução aquosa.

Anteriormente, apresentamos informações sobre a força de ácidos e a força de bases. No caso dos sais, contudo, ***não*** *é costume falar em "força". Isso porque, do ponto de vista prático, é mais o de 1998.eir*

importante saber se um sal é solúvel ou insolúvel. Os sais solúveis produzem soluções com alta concentração de íons e que conduzirão bem a corrente elétrica.

Não é costume falar em "força" de sais.

Todo ***sal que se dissolva bem em água*** *produzirá* ***solução com alta condutividade elétrica****.*

UMA EXPERIÊNCIA ENVOLVENDO DOIS COMPOSTOS DE

MAGNÉSIO: UMA BASE INSOLÚVEL E UM SAL SOLÚVEL

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Uma interessante experiência relacionada à solubilidade aparece nas fotos abaixo. Leite de odução pr

mag nésia, que contém a base insolúvel Mg(OH)2, é colocado em um béquer (foto A). É adicio-Repr

nado ácido clorídrico, que reage com a base, neutralizando-a e produzindo cloreto de magnésio, MgC,2, um sal solúvel (foto □).

2 HC, (aq) □ Mg(OH)2 (s) # MgC,2 (aq) □ 2 H2O (,)

Insolúvel

Solúvel

Ao final da experiência não há mais sólido dentro do béquer (foto C). O que existe é uma solução aquosa de MgC,2 e um eventual excesso de solução de HC,.

• ***Atenção***

A

□

C

NÃO FAÇA o experimento

comentado neste quadro por

aliestra/ciD

aliestra/ciD

aliestra/ciD

conta própria.

Ele só deve ser realizado em um

laboratório, com ***autorização e super-***

visão do(a) professor(a)*, para evitar*

eDuarDo sant

eDuarDo sant

eDuarDo sant

acidentes com a solução de ácido

clorídrico, que é corrosiva e desprende

vapores tóxicos e irritantes. Óculos de

segurança, luvas e aventais protetores

são obrigatórios.

231

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

Número de

Número de

80. *(UFPB) Apresentam-se, em ordem crescente de força,* ***moléculas***

moléculas

os ácidos:

dissolvidas

ionizadas

a) *HIO4, H3PO4, H3BO3, H2SO4*

X

20

2

b) *H3BO3, H3PO4, H2SO4, HC,O4*

Y

10

7

c) *H2SO3, H2SO4, H3PO4, HIO4*

d) *HIO*

Z

5

1

4, HC,O, H3PO4, H2SO4

e) *HC,O, H2SO4, H3PO4, HIO4*

Analise as afirmações, considerando os três ácidos.

Resolução

I. ***X*** *representa o mais forte.*

H

II. ***Z*** *representa o mais fraco*

3BO3: 3 □ 3 5 0 fraco

H

Ordem

*III. **Y** apresenta o maior grau de ionização.*

3PO4: 4 □ 3 5 1 moderado

crescente

H2SO4: 4 □ 2 5 2 forte

de força

Está(ão) correta(s):

HC,O4: 4 □ 1 5 3 (muito) forte

***a)** apenas I.*

***d)** apenas I e II.*

*Alternativa **b**.*

***b)** apenas II.*

***e)** I, II e III.*

***c)** apenas III.*

81.** (PUC-SP) Determine a ordem de acidez dos seguintes **Resolução

o de 1998.eir

compostos:

Vamos calcular o grau de ionização (α) de cada

1. HNO2 2. H4SiO4 3. HMnO4 4. H2SO4

ácido:

a) *2 . 4 . 3 . 1*

d) *1 . 2 . 3 . 4*

X: *α 5 2*

—

b) *3 . 4 . 1 . 2*

e) *4 . 2 . 1 . 3*

20 5 0,10 5 10%

c) *1 . 3 . 4 . 2*

10% das moléculas de ***X*** *se ionizaram.*

82. *(UFC-CE) O esquema a seguir mostra a aparelhagem* ***Y:*** *α 5 7*

—

10 5 0,10 5 10%

que pode ser utilizada para testar a força dos ácidos:

70% das moléculas de ***Y*** *se ionizaram.*

Z: *α 5 1*

_5 5 0,20 5 20%

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

20% das moléculas de ***Z*** *se ionizaram.*

De acordo com os valores de grau de ionização, o

odução pr

mais forte é Y *e o* ***mais fraco é X****.*

Repr

Assim, as afirmações I e II são falsas e a afirmação

III é verdadeira.

AdIlSON SEccO

Alternativa ***c****.*

84. *(Cesgranrio-RJ) Com base na tabela de graus de ionização apresentada a seguir:*

Ácido

Grau de ionização (α)

Em qual das soluções, todas com mesma concentração

HF

8%

e temperatura, a lâmpada apresenta maior brilho?

a) *HF*

d) *H*

HC,

92%

4SiO4

b) *H2S*

e) *HNO3*

HCN

0,08%

c) *H3PO4*

H2SO4

61%

Exercício Resolvido

H3PO4

27%

83. *(UFSM-RS-modificado)* ***X, Y*** *e* ***Z*** *representam gene-podemos concluir que o ácido mais forte é:*

ricamente três ácidos que, quando dissolvidos em

a) *HF*

d) *H2SO4*

um mesmo volume de água, a temperatura cons-

b) *HC,*

e) *H*

tante, comportam-se de acordo com a tabela:

3PO4

c) *HCN*

232

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

85. *(Mackenzie-SP) De uma certa substância, fazem-se* ***88.*** *(UFS-SE) A maioria dos sais dos elementos do gru-as afirmações a seguir:*

po 1 (exce to H) da Tabela Periódica são solúveis

I. Reage com ácido, dando água e sal.

em água, o que não acontece com os do grupo 2,

II. Em presença de água, sofre dissociação iônica

sendo, por exemplo, os cloretos solúveis em água,

parcial.

enquanto os carbonatos e sulfatos são, de maneira

III. Em solução aquosa, torna a fenolftaleína vermelha.

geral, pouco solúveis.

A substância que se enquadra nas propriedades dadas é:

Assim, considerando-se os seguintes sais: carbonato

a) *BaSO*

de cálcio, cloreto de magnésio e sulfato de sódio,

4

c) *Mg(OH)2*

e) *HC,*

b) *CH*

seria mais provável que se encontrasse dissolvido

4

d) *SO3*

na água do mar:

86. *(Uespi) O sangue do diabo é um líquido vermelho*

a) *sulfato de sódio, somente;*

que logo se descora ao ser aspergido sobre um teci-

b) *carbonato de cálcio, somente;*

do branco. Para prepará-lo, adiciona-se NH4OH em

c) *cloreto de magnésio e o carbonato de cálcio;*

água, contendo algumas gotas de fenolftaleína. A cor

desapa rece porque:

d) *sulfato de sódio e o cloreto de magnésio;*

a) *o tecido branco reage com a solução formando o*

e) *sulfato de sódio e o carbonato de cálcio.*

ácido amoníaco.

89. *(Estácio-RJ) O circuito elétrico de uma lâmpada é fe-*

b) *a fenolftaleína evapora.*

chado através de uma cuba contendo uma solução de

c) *a fenolftaleína reage rapidamente com o NH4OH.*

cloreto de sódio.

d) *o NH3 logo evapora.*

Determine qual, dentre as substâncias abaixo, não

e) *a solução é assim denominada devido à sua alta vis-poderia substituir o NaC, de modo a manter a*

cosidade.

lâmpada acesa.

o de 1998.eir

87. *(ITA-SP) É pouco solúvel em água o seguinte par de*

a) *carbonato de sódio*

sais:

b) *ácido clorídrico*

a) *BaC,*

c) *sal de cozinha*

2 e PbC,2

d) *K2CrO4 e Na2CrO4*

b) *MgSO*

d) *açúcar*

4 e BaSO4

e) *AgBr e PbS*

c) *PbSO*

e) *hidróxido de sódio*

4 e Pb(NO3)2

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

90. *(UFRGS-RS-Modificado) Admitindo-se 100% de ioni-01. Todos sofrem ionização quando em meio aquoso,*

zação para o ácido clorídrico em solução diluída, pode-

originando íons livres.

odução pr

-se afirmar que essa solução não contém a espécie:

02. Segundo Arrhenius, todos são ácidos porque, quando

Repr

a) *HC,*

b) *H3O□*

c) *H2O*

d) *C,□*

em meio aquoso, originam como cátions apenas os

íons H□.

91. *(UFSC) Soluções ácidas e soluções alcalinas exibem propriedades importantes, algumas delas ligadas à*

04. Todos são compostos moleculares.

força do ácido ou da base. Uma solução aquosa de um

08. De acordo com o grau de ionização, os compostos

ácido genérico HA poderá ser classificada como ***solução***

I e II são fortes.

de um ácido fraco *quando:*

16. Os compostos III e IV formam soluções aquosas

01. não se alterar na presença de uma base.

com alta condutividade elétrica.

02. apresentar coloração avermelhada na presença do

93. *(EEM-SP) Tem-se os três ácidos e os valores da tabela, indicador fenolftaleína.*

que foram obtidos dissolvendo-se em água a tempe-

04. apresentar uma concentração de íons H□ maior

ratura constante:

que a concentração de íons A□.

08. mantiver uma concentração de HA muito maior

Proporção entre

que a concentração dos íons H□.

Ácidos

número de moléculas número de moléculas

16. a solução for altamente condutora de corrente

dissolvidas

ionizadas

elétrica.

H

Responda com a soma dos números dos itens

2S

10

1

corretos.

H2SO4

3

2

HNO

92. *(UEPG-PR) Sobre os compostos abaixo, o que é corre-3*

10

8

to dizer?

Calcule o grau de ionização para cada ácido e coloque-

I. HC, II. H2SO4 III. H3BO3 IV. H2CO3

-os em ordem crescente de sua força de ionização.

233

***94.** (UFSM-RS) Sabe-se que a reação de formação do*

*Selecione a alternativa **Correta**:*

hidróxido de amônio do detergente, que contém

***a)** Os recipientes **I, II** e **III** contêm misturas homo-amoníaco, é expressa pela equação:*

gêneas.

NH3 □ H2O # NH□4 □ OH□

***b)** No recipiente **III**, a solução avermelhada, composta Fazemos, então, as seguintes afirmativas:*

de iodo molecular dissolvido no óleo, é uma mis-

I. O produto dessa reação se encontra altamente

tura heterogênea.

dissociado.

***c)** A solução azul, contida no recipiente **II**, não con-II. A solução tem pH básico.*

duz corrente elétrica.

III. De acordo com a teoria de Arrhenius, bases são

d) *No recipiente* ***III****, o óleo dissolve o I2, pois ambos substâncias que se dissociam em água, produ-são substâncias polares.*

zindo íons OH□.

e) *O sulfato de cobre é um composto iônico que,*

quando dissolvido na água, forma os íons cu2□

Está(ão) correta(s):

e SO2□, dando origem à solução azul, que é uma

a) *apenas I.*

d) *apenas I e II.*

4

mistura homogênea.

b) *apenas II.*

e) *apenas II e III.*

c) *apenas III.*

98. *(UFMG) O cloreto de sódio, Nac,, é um sólido iônico que apresenta alta solubilidade em água.*

95. *(UEMG) A substância* ***X****, representada no circuito As figuras apresentam quatro modelos distintos para*

abaixo, faz a lâmpada se acender. ***X*** *pode ser qualquer descrever a solvatação do Nac, pelas moléculas de*

uma das espécies químicas a seguir, ExcEtO

água.

A

B

Lâmpada

o de 1998.eir

+

–

–

+

coce

Bateria

sno

Fios de

sl

–

+

+

–

cobre

dia

coce sno

Solução

C

D

sldi

aquosa de X

: ase

–

ção

a) *H*

rt

2SO4

b) *LiOH*

c) *c6H12O6* ***d)*** *KNO3*

s

+ **–**

+

ilu

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

96. *(UEL-PR) considere as soluções aquosas abaixo.*

– +

+

odução pr

Solução

Cor

–

Repr

cuSO4

Azul

KNO3

Incolor

Legenda:

Átomo de hidrogênio + Cátion sódio

Na2SO4

Incolor

Átomo de oxigênio

– Ânion cloreto

K2crO4

Amarela

*1. **INDIQUe** se a molécula da água é polar ou apolar.*

A partir dessa tabela, é possível concluir que os íons

***JUStIFIQUe** sua resposta, considerando a polari-*

responsáveis pelas cores azul e amarela são:

dade das ligações O — H e a geometria molecular.

***a)** cu2□ e SO2□*

4

***d)** Na□ e NO□3*

*2. **INDIQUe** qual dos modelos (**a, B, C** ou **D**) descreve **b)** K□ e crO2□*

2□

4

***e)** cu2□ e crO4*

***melhor** a solvatação do Nac, em uma solução aquo-*

2□

sa diluída. ***JUStIFIQUe*** *sua resposta, considerando*

c) *K e SO4*

as interações entre as espécies em solução.

97. *(UFJF-MG) considere os recipientes* ***I, II*** *e* ***III*** *abaixo:* ***99.*** *(Fuvest-SP) Um químico leu a seguinte instrução num coc*

procedimento descrito no seu guia de laboratório:

e s

Óleo

Óleo

Óleo + I

n

2

“Dissolva 5,0 g de cloreto em 100 mL de água, à

os

(solução

l

temperatura ambiente…”.

di

avermelhada)

: a

Dentre as substâncias abaixo, qual é a citada no

se

Água

Água + CuSO

Água

4

texto?

çõar

(solução azul)

t

a) *c,*

s

2

c) *Nac,O*

e) *Agc,*

ilu

I

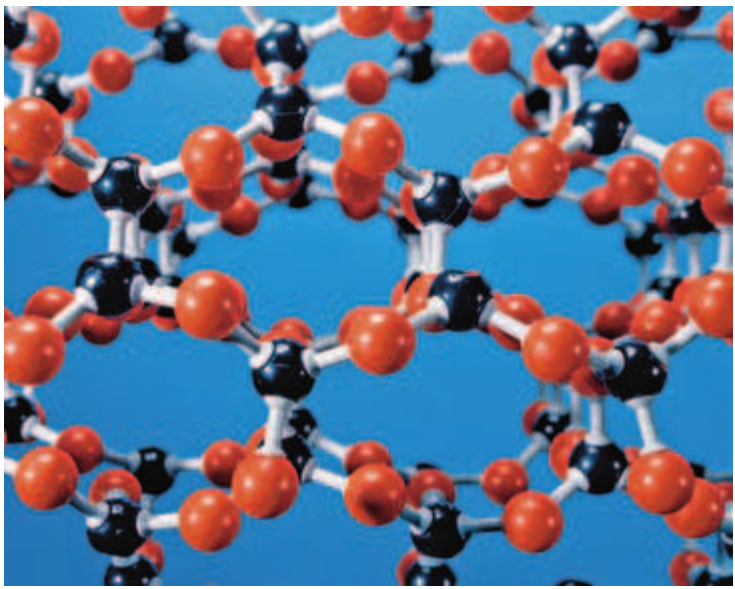
II

III

b) *cc,4*

d) *NH4c,*

234



Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

6 Óxidos: definição e nomenclatura

***óxido** é todo composto químico formado pelo oxigênio e um outro elemento que não seja o flúor.**

*Há fundamentalmente dois modos para dar nome aos óxidos. Um deles é mais utilizado para os **óxidos moleculares** e o outro para os **óxidos iônicos**. Vejamos cada caso.*

6.1 Óxidos moleculares

*Uma vez que o oxigênio é um não metal, para que um óxido seja molecular basta que o **oxigênio esteja combinado com outro não metal ou com um semimetal** (lembre-se **Atenção aos***

de que os compostos moleculares são formados por átomos de não metais, ou semi-prefi xos

metais, unidos por ligações covalentes).

mono 5 um

Como exemplos podemos destacar os óxidos formados pelo nitrogênio: di

5 dois

tri

5 três

NO

NO2

N2O

***mon**óxido de*

***di**óxido de*

***mon**óxido de*

tetra 5 quatro

***mono**nitrogênio*

***mono**nitrogênio*

***di**nitrogênio*

penta 5 cinco

hexa 5 seis

o de 1998.

N2O3

N2O4

N2O5

hepta

eir

5 sete

***tri**óxido de*

***tetr**óxido de*

***pent**óxido de*

***di**nitrogênio*

***di**nitrogênio*

***di**nitrogênio*

Como você pode perceber, há uma considerável variedade de óxidos de nitrogênio. Essa diversidade também ocorre com alguns outros elementos. Pensando nisso, a regra de nomenclatura foi criada para evitar confusões ao chamá-los apenas pelo nome. Outros exemplos são:

CO

CO2

C,2O6

***mon**óxido de*

***di**óxido de*

***hex**óxido de*

***mono**carbono*

***mono**carbono*

***di**cloro*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O prefixo mono pode ser omitido quando usado na frente do nome do elemento.

Por exemplo:

odução pr

*NO — **mon**óxido de nitrogênio*

*CO — **mon**óxido de carbono*

Repr

*NO2 — **di**óxido de nitrogênio*

*CO2 — **di**óxido de carbono*

TINSTOck

TINSTOck

AmmERS/Spl/lA

RObSON vENTuRA/FOlHA ImAGEm

T pHOTOGRApHy/Spl/lA

SINclAIR ST

ANdREw lAmbER

 Os veículos motorizados e a queima de

 Cristais de ***quartzo*** *possuem a forma de*

 Modelo molecular do quartzo,

combustíveis em instalações industriais contribuem

prismas e pirâmides. São chamados de ***cristais***

SiO2. Os átomos de oxigênio estão

para o aparecimento de vários óxidos mole culares

de rocha *e sua fórmula é SiO2. Grãos de*

representados em vermelho e os de

na atmosfera: CO2, CO, SO2, SO3, NO e NO2. São

quartzo são o principal componente da areia.

silício em preto.

Paulo, SP, 2004.

Na foto, cristais com cerca de 1 cm de largura.

** Essa restrição ao fl úor se deve ao fato de ser ele o único elemento mais eletronegativo que o oxigênio.*

1059
TINTA A ÓLEO
CONTEÚDO 23 ml
1055
TINTA A ÓLEO
CONTEÚDO 23 ml
TINTA A ÓLEO

6.2 Óxidos iônicos

Esses tipos de óxido apresentam ***oxigênio combinado com um metal*** *(lembre-se de que, de modo geral, metal e não metal se unem por ligação iônica).*

Nesse caso, é fácil prever a fórmula do óxido de um determinado metal utilizando o que aprendemos sobre ligação iônica. Como o oxigênio apresenta 6 elétrons na última camada, quando em ligação iônica ele recebe 2 elétrons e fica com duas cargas negativas, formando o ânion $O2$, *denominado* ***íon óxido****.*

$$

2

2

2

2

2

3

2

$O2$

Na

O

Ca

O

Fe

O

Fe

O

2

1

1

1

1

2

3

Íon

Na2O

CaO

FeO

Fe2O3

óxido

Vimos que, no caso dos óxidos moleculares, havia elementos com grande variedade de óxidos. Já no caso dos óxidos iônicos, isso não acontece. Como consequência, não há necessidade de uma nomenclatura tão rica em detalhes.

Essa nomenclatura segue a seguinte regra: escrever "óxido de" seguido pelo

nome do metal.

Caso seja um metal que forme mais de um cátion (recorde os principais na página 214), então deve-se acrescentar, no final, um número, em algarismos romanos e entre parênteses, que corresponde à carga do cátion do metal.

o de 1998.eir

São exemplos de óxidos de metais com carga fixa:

Na2O — óxido de sódio

K2O

— óxido de potássio

CaO

— óxido de cálcio

BaO

— óxido de bário

A,2O3 — óxido de alumínio

E exemplos de óxidos de metais com carga variável:

Cu2O — óxido de cobre (I)

FeO

— óxido de ferro (II)

CuO

— óxido de cobre (II)

Fe2O3 — óxido de ferro (III)

No caso de metais com duas cargas possíveis, como é o caso do cobre e do ferro, vale também oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

outra forma de nomenclatura, mais antiga, porém ainda em uso. Ela consiste na palavra “óxido”

seguida do nome do elemento com a terminação ***oso,*** *no caso de ser o cátion com a carga* ***menor****, odução pr*

ou a terminação ***ico****, no caso de ser a* ***maior****. Assim, para os quatro últimos exemplos: Repr*

*Cu2O — óxido cupr****oso***

FeO

*— óxido ferr****oso***

*CuO — óxido cúpr****ico***

*Fe2O3 — óxido férr****ico***

note que a nomenclatura dos óxidos iônicos é bastante semelhante à nomenclatura dos hidróxidos.

Dissemos que os metais não cos tu mam apre sen tar gran de varie da de de óxi dos.

Porém, o cromo e o man ga nês são duas impor tan tes exce ções. O cromo forma CrO, Cr2O3, CrO2 e CrO3 e o manganês forma MnO, Mn2O3, MnO2, MnO3 e Mn2O7. Por esse moti vo é cos tume aplicar para esses óxidos ambas as formas de nomenclatura.

Por exemplo:

Cr2O3 — ***tri****óxido de* ***di****cromo ou óxido de cromo (III) Mn2O7 —* ***hept****óxido de* ***di****manganês ou óxido de manganês (VII) A jR./cId*

Uma vez que há óxi dos iôni cos e óxi dos mole cu la res, é muito difí cil gene ra-li zar suas pro prie da des. Para poder estu dá-los melhor, cos tu ma-se divi di-los em SéRGIO dOTT

gru pos que pos suem pro prie da des seme lhan tes. É o que fare mos a seguir.

O óxido de ferro (III), Fe2O3, é usado como pigmento em tintas. c Com ele podem-se conseguir tons de marrom, castanho e ocre.

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

100. *Escreva a fórmula dos seguintes óxidos:*

102. *Escreva a fórmula dos seguintes óxidos:*

a) *monóxido de nitrogênio;*

a) *óxido de sódio;*

d) *óxido de bário;*

b) *monóxido de carbono;*

b) *óxido de cálcio;*

e) *óxido de prata;*

c) *dióxido de carbono;*

c) *óxido de potássio;*

f) *óxido ferroso.*

d) *heptóxido de dicloro;*

e) *pentóxido de difósforo;*

103. *Escreva o nome dos seguintes compostos:*

f) *trióxido de dimanganês.*

a) *Li2O*

e) *SnO*

101. *Escreva o nome dos seguintes compostos:*

b) *SrO*

f) *SnO2*

a) *SO*

c) *Fe*

2

c) *P2O3*

e) *Sb2O5*

2O3

g) *PbO*

b) *SO*

d)

A

3

d) *N2O4*

,2O3

h) *PbO2*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

104. *(UFV-MG) Escolha a opção que relaciona* ***cor-***

a) *M3(SO4)2 e M3PO4*

d) *M2SO4 e MPO4*

retamente *a fórmula e o nome de um composto*

o de 1998.

b) *M2(SO4)3 e MPO4*

e) *M2(SO4)3 e M3(PO4)2*

eir

inorgânico.

c) *MSO4 e M(PO4)2*

a) *NaH 5 hidróxido de sódio*

b) *Fe*

107. *(UFRGS-RS) Considere o texto abaixo, sobre o vidro.*

2S3 5 sulfeto de ferro (II)

c) *A,*

O vidro comum, também conhecido como vidro de cal-

2O3 5 óxido de alumínio

d) *H*

*-soda, é produzido pela reação de areia (**dióxido***

2SO3 5 ácido sulfúrico

e) *K*

***de silício**), **óxido de sódio**, cal (**óxido de cálcio**) e 2Se 5 selenato de potássio*

***óxido de alumínio**. No entanto, na composição do*

105. *(Uema) Átomos neutros de um certo elemento*

*vidro cristal, entram apenas a sílica e o **dióxido de***

representativo M apresentam dois elétrons em sua

***chumbo**, cuja combinação confere mais brilho e*

camada de valência. As fórmulas corretas para seu

maior massa ao produto.

óxido normal e brometo são, respectivamente:

Indique a alternativa que apresenta as fórmulas

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

(Dados: O 5 6A e Br 5 7A.)

corretas para as substâncias químicas destacadas,

a)

M2O e MBr

***d)** M2O2 e M2Br*

na ordem em que aparecem no texto.

odução pr

b)

MO2 e MBr2

***e)** M2O e MBr2*

***a)** NaOH, Ca(OH)2, A,(OH)3, Si(OH)2 e Pb(OH)2*

Repr

***c)** MO e MBr2*

***b)** SiO2, Na2O, CaO, A,2O3 e PbO2*

***106.** (UFPB) Um metal M forma um óxido de fórmula*

***c)** SiO, NaO, CaO, A,O e PbO*

M

***d)** SO*

2O3. O sulfato e o fosfato desse metal têm, respec-

2, Na2O, Ca2O, A,2O3 e CuO

tivamente, as seguintes fórmulas:

***e)** SiO2, NaOH, Ca2O, A,O3 e PbO2*

6.3 Óxidos ácidos ou anidridos

Alguns óxidos podem ser obtidos a partir da desidratação (retirada de água) de ácidos. Esses óxidos, que têm um comportamento químico intimamente relacionado ao ácido do qual provêm, são chamados de ***óxidos ácidos*** *ou* ***anidridos****. Além da nomenclatura que já estudamos, há outra que se aplica aos óxidos ácidos. Eles podem ser nomeados escrevendo-se a palavra "anidrido"*

seguida do nome do ácido que origina o óxido.

H2 S O4

H2 S O3

2 (H2 N2 O3)

2 (H2 N2 O2)

H2 C O3

2 (H3 P2 O4)

 H2 S O4

 H2 S O4

 2 (H2 N2 O3)

2 (H2 N2 O2)

 H2 C O2

 3 (H2 P2 O4)

S O3

S O2

N2 O5)

N2 O3)

C O2

P2 O5)

trióxido de

dióxido de

pentóxido de

trióxido de

dióxido de

pentóxido de

enxofre ou

enxofre ou

dinitrogênio ou

dinitrogênio ou

carbono ou

difósforo ou

anidrido sulfúrico

anidrido sulfuroso

anidrido nítrico

anidrido nitroso

anidrido carbônico

anidrido fosfórico

Analise as seguintes equações químicas, que representam reações de óxidos ácidos com água: SO3

 H2O

 # H2SO4

CO2 □ H2O # H2CO3

N2O5 □ H2O # 2 HNO3

Note que se trata exatamente do oposto do processo de subtração de água que nos leva a descobrir a fórmula de um anidrido.

***óxidos ácidos** reagem com água formando ácido.*

Agora analise as equações de algumas reações de óxidos ácidos com bases:

□

2□

SO

cátion

ânion

3

□ 2 NaOH # Na2SO4

□ H2O

SO

Na

SO

3 corresponde ao H2SO4

da base

4

do ácido

2

1

2□

2

CO

cátion

ânion

2

Ca(OH)2 # CaCO3

H2O

cO2 corresponde ao H2cO3

da base

Ca

CO3

do ácido

1

1

N

cátion

ânion

2O5 2 NaOH # 2 NaNO3

H2O

n

Na

NO

2O5 corresponde ao HnO3

da base

3

do ácido

1

1

Nesses processos fica evidente que esse tipo de óxido possui características ácidas, uma vez o de 1998.eir

que reage com bases. Verifica-se que ***o sal formado possui o cátion da base e o ânion do ácido que corresponde ao óxido ácido****.*

óxidos ácidos *reagem com bases formando sal e água.*

cO2: um óXidO ÁcidO muitO cOnHecidO

A foto A mostra um pedaço de gelo-seco seguro por uma

A

C

pinça. O gelo-seco é dióxido de carbono (CO2) no estado sólido, o que é possível em temperatura igual ou inferior a 78 °C.

A jR./cId

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O dióxido de carbono sofre sublimação a 78 °C, ou seja,

passa do estado sólido diretamente ao gasoso. Daí vem odução pr

Repr

a expressão “gelo-seco”, já que ele, ao “derreter”, não se transforma em líquido.

FOTOS: SéRGIO dOTT

O azul de bromotimol é um indicador ácido-base que

assume a coloração azul em meio básico e amarela em

meio ácido. Ao adicionarmos um pedaço de gelo-seco a

um copo com água contendo algumas poucas gotas de

• ***AtEnção***

solução básica e esse indicador, , há uma mudança da

A eventual realização dos experimentos

cor azul para a amarela, C, evidenciando que a presença

comentados neste quadro deve ter

de CO2 no meio aquoso deixou-o ácido.

autorização e supervisão do(a) professor(a).

CO2 (g) H2O (,) # H2CO3 (aq)

O geloseco (CO2 sólido) em sublimação está a

78 °C e, por isso, pode provocar sérias lesões em

O ar que expiramos (soltamos pelo nariz e/ou pela boca)

contato com a pele.

contém um pouco de gás carbônico. Se assoprarmos, com

Deve ser manipulado usando luvas térmicas

auxílio de um canudinho, dentro de uma solução aquosa

ou pinças de madeira ou de metal.

de Ca(OH)2, chamada de ***água de cal****, ocorrerá uma reação A solução de Ca(OH)2 não deve entrar em contato*

entre essa base e o óxido ácido CO

com pele, boca e olhos, pois é corrosiva.

2, produzindo um ***sólido***

***branco insolúvel**, o CaCO3. O efeito visual será o aparecimento de uma **turvação branca** dentro da solução.*

CO2 (g) Ca(OH)2 (aq) # CaCO3 (s) H2O (,)

insolúvel em água

238

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

***108.** Escreva a fórmula do anidrido:*

***111.** Equacione a reação com Ca(OH)2 dos anidridos:*

***a)** sulfúrico;*

***d)** nítrico;*

***a)** sulfúrico;*

***b)** sulfuroso;*

***e)** nitroso;*

b) *sulfuroso;*

c) *carbônico;*

f) *permangânico.*

c) *carbônico;*

d) *nítrico.*

109. *Equacione a reação com água dos anidridos do*

exercício anterior.

112. *O dióxido de nitrogênio (NO2) é chamado de*

anidrido nítrico-nitroso, pois ao reagir com água

110. *Equacione a reação com NaOH dos anidridos:*

forma esses dois ácidos. Trata-se de um ***anidrido***

a) *sulfúrico;*

c) *carbônico;*

misto.

b) *sulfuroso;*

d) *nítrico.*

Equacione a reação mencionada.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

113. *(Unirio-RJ) Uma forma genérica de obter ácidos é o gás carbônico do ar. O reboco seco é constituído*

a rea ção entre seu anidrido e água. Entre os ácidos

por uma mistura rígida de areia e:

o de 1998.

abaixo relacionados, não pode ser obtido por esse

eir

a)

Ca3(PO4)2

d) *Ca(HCO3)2*

processo o:

b)

CaSiO3

e) *CaCO3*

a) *clorídrico.*

d) *hipocloroso.*

c) *CaSO4*

b)

cloroso.

e) *clórico.*

c) *perclórico.*

116. *(PUC-RS) O produto gasoso obtido no tubo de ensaio (veja o esquema) pode ser identificado pelo*

114. *(Fuvest-SP) A respiração de um astronauta numa emprego de:*

nave espacial causa o aumento da concentração de

dióxido de carbono na cabine. O dióxido de carbono

é continuamente eliminado por meio de reação quí-

mica com reagente apropriado. Qual dos reagentes

Gás

abaixo é o mais indicado para retirar o dióxido de

Refrigerante

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

carbono da atmosfera da cabine?

***a)** Ácido sulfúrico concentrado.*

odução pr

***b)** Hidróxido de lítio.*

AdIlSON SEccO

Repr

***c)** Ácido acético concentrado.*

***d)** Água destilada.*

Água

***e)** Fenol.*

Lamparina

***115.** (UFSCar-SP) O reboco das paredes de casas pode ser feito com a aplicação de uma pasta feita de*

***a)** indicador fenolftaleína.*

argamassa com água. A argamassa é uma mistura

***b)** palito em brasa.*

de areia com cal extinta, Ca(OH)

***c)** papel de tornassol vermelho.*

2. Nas paredes, a

pasta vai endurecendo devido à evaporação da água

***d)** solução de amido.*

e subsequente reação do hidróxido de cálcio com

e) *água de cal.*

6.4 Há óxidos ácidos envolvidos na poluição atmosférica *A atmosfera, na ausência de poluição, é composta fundamentalmente de N2, O2, Ar, CO2*

e quantidades variáveis de vapor de água. Nos locais poluídos, sobretudo em centros urbanos e industriais, muitas outras substâncias passam a fazer parte da composição do ar atmosférico.

Entre essas substâncias, temos:

• monóxido de carbono (CO);

• óxidos de enxofre (SO2 e SO3);

• óxidos de nitrogênio (especialmente NO e NO2);

• ozônio (O3);

TINSTOck

• partículas em suspensão, tais como fuligem (pó de carvão, C), areia, partículas metálicas (por exemplo Pb, Hg, Cd) e fumaça;

• vapores de combustível, tais como álcool e gasolina não queimados.

A chuva é, naturalmente, um pouco ácida!

T pHOTOGRApHy/Spl/lA

Plantas e animais, ao respirar, eliminam gás carbônico (CO2) na atmosfera.

Podemos dizer que a presença desse gás na atmosfera é natural. Quando chove, ocorre uma reação entre ele e a água da chuva, produzindo ácido carbônico, que ANdREw lAmbER

deixa a chuva ligeiramente ácida, já que se trata de um ácido fraco. A reação envolvida pode ser assim equacionada:

A medida de pH de amostra

de chuva coletada em local não

CO

poluído revela uma discreta

2 H2O # H2CO3

acidez (pH 5 5,6), que não é

A presença de H

prejudicial ao meio ambiente.

2CO3 na chuva ***não*** *se deve necessariamente à poluição. Essa O meio é levemente ácido*

acidez natural da chuva é tão baixa que não faz nenhum mal aos seres vivos.

devido ao CO2 dissolvido.

Óxidos de carbono e fuligem

A combustão (queima) do álcool e da gasolina dentro dos motores dos automóveis o de 1998.eir

produz uma mistura de dióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO), carvão (C) pul verizado e água.

A produção de CO2 na queima de combustíveis e nas queimadas tem provocado aumento da concentração desse gás na atmosfera. Como consequência, ***intensifica-se o efeito estufa****, o que tende a provocar um aumento da temperatura média do planeta (****aquecimento global****).*

Já o CO é um gás extremamente tóxico, que afeta a capacidade do sangue de transportar oxigênio às diversas partes do corpo, onde é essencial à vida. O CO não tem cheiro nem cor, mas pode causar desde uma ligeira dor de cabeça até a morte, dependendo da quantidade inalada.

O carvão (C) pulverizado é conhecido como fuligem, sendo o principal responsável pela oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cor escura da fumaça que sai do escapamento de alguns automóveis, caminhões e ônibus e também das chami nés das fábricas. Alguns dos inconvenientes da presença da fuligem e de outras odução pr

partículas sólidas em suspensão no ar são o fato de elas causarem irritação na córnea e também Repr

produzirem ou agravarem problemas respiratórios, como, por exemplo, bronquite.

Óxidos de enxofre

Uma das principais impurezas que existem nos derivados de petróleo (gasolina, óleo diesel) e no carvão mineral são os compostos contendo o elemento enxofre (S). Quando esses combustíveis são utilizados, produz-se o dióxido de enxofre, um óxido ácido de cheiro bastante irritante.

S O2 # SO2

Ao reagir com a água da chuva, o SO2 produz o ácido sulfuroso: SO2 H2O # H2SO3

Na atmosfera, parte do SO2 reage com o oxigênio e se transforma lentamente no SO3, outro óxido ácido. Embora essa reação seja difícil, ela é acelerada pela presença de certas partículas em suspensão na atmosfera. O SO3 formado reage com a água da chuva, produzindo H2SO4, que é um

ácido forte.

2 SO2 □ O2 # 2 SO3

SO3 □ H2O # H2SO4

240

SO_2

*Assim se origina a chamada **chuva ácida**, ou seja, chuva com acidez superior àquela naturalmente devida ao CO2. Ela é responsável por inúmeros problemas, entre os quais se destacam:*

• prejuízos para a agricultura, pois o solo se torna ácido e, ao mesmo tempo, o SO2

destrói as folhas dos vegetais;

• a água dos rios e lagos se torna ácida e, consequentemente, imprópria à vida de peixes;

• corrosão do mármore, do ferro e de outros materiais usados em monumentos e construções.

Em textos técnicos, é comum encontrarmos a simbologia SOx para designar de modo genérico o SO2 e o SO3.

O álcool proveniente da cana-de-açúcar não contém compostos de enxofre e, portanto, não contribui para o aparecimento de H2SO4 na chuva.

SO

AdIlSON SEccO

2

GÁS TÓXICO

TINSTOck

AlIESTRA/cId

*• **AtEnção***

O dióxido de eno de 1998.

A/AlAmy/OTHER ImAGES

xofre, SO

eir

2, é um gás

w

EduARdO SANT

incolor, corrosivo, irrikujAN

tante e tóxico. Causa

vé cHAmpOlION/AkG/lA

TAS

queimaduras na pele,

HER

necrose da córnea,

edema de laringe e

 Monumento de mármore em

 Floresta danificada pela

 A rosa dentro do erlenmeyer,

pulmonar, dentre ou

Nápoles, Itália, 1997, corroído pela

chuva ácida, na Polônia,

inicialmente igual à outra, foi

tros sintomas.

elevada acidez da chuva em região

em 2002.

exposta por algumas horas a

Não reproduza o

poluída (chuva ácida).

um ambiente contendo dióxido

experimento da

de enxofre (SO2). Esse gás, que

foto ao lado por

possui ação descorante, provocou

conta própria.

a alteração na cor da flor.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Óxidos de nitrogênio

No motor dos auto mó veis ocor re a entra da de ar, cujo O2 é neces sá rio à com bus tão.

odução pr

Junto com esse O

Repr

2, entram os outros componentes do ar, que não deveriam, em princípio, tomar parte de reações dentro do motor. No entanto, devido à alta temperatura interna do motor, ocorre a reação entre N2 e O2:

Al vISION/GETTy ImAGES

N

dIGIT

2 □ O2 # 2 NO

Uma vez lançado na atmosfera, o NO transforma-se num óxido ácido, o NO2, que, ao reagir com a água da chuva, produz os ácidos nítrico e nitroso. Em textos técnicos, é comum encontrarmos a simbologia NOx para designar genericamente NO e NO2.

2 NO □ O2 # 2 NO2

2 NO2 □ H2O # HNO3 □ HNO2

O HNO3 é um ácido forte. Juntamente com o H2SO4, ele é importante res pon sá vel pelo fenô me no da chuva ácida. Curiosamente, contudo, o HNO3 não surge na chuva ape nas devi do à polui ção. Nos raios que ocor rem duran te as tem pes ta des tam bém se for mam NO e NO2, que con du zem ao apa re ci men to desse ácido na água. Assim, quanti da des mode ra das de HNO3 podem exis tir na chuva, mesmo na ausên cia de polui ção, desde que a chuva seja acom pa nha da de raios. O NO

 Os raios promovem

2 tam bém con tri bui para a for ma ção

a reação entre N2 e O2

de ozô nio na atmos fe ra:

formando NO, que, a

NO

seguir, reage com mais O2,

2 O2 # NO O3

produzindo NO2.

241

É bené fi ca para o ser huma no a pre sen ça de ozô nio na estra tos fe ra, onde ele fil tra os raios ultra vio le ta pro ve nien tes do Sol. Contudo a pre sen ça desse gás na baixa atmos fe ra é incon ve nien te por que causa irri ta ção nos olhos e na gar gan ta e tam bém prejudica os vege tais. Assim

sendo, o gás O3 é con si dera do um poluen te.

Esquema do aparecimento de ácido na chuva

Reações envolvidas

Reações que ocorrem

Reação provocada

na queima de combustíveis

na atmosfera

pelos raios

Combustível + O # CO , CO, C, H O

2 NO + O # 2 NO

N

 # 2 NO

2

2

2

2

2

2 + O2

N

 # 2 NO

2 SO

 # 2 SO

2 + O2

2 + O2

3

co

S + O # SO

NO

 # NO

ce

2

2

2 + O2

+ O3

A chuva fica ácida

sno

SO + H O # H SO

sl

3

2

2

4

di

2 NO

O # HNO

2 + H2

3 + HNO2

: ase

çõ

Corrosão das folhas

art

dos vegetais

s

ilu

Agravos à saúde

Corrosão do

humana devido

mármore

aos poluentes

O solo fica ácido

e do ferro

o de 1998.eir

Produção de ácido sulfúrico e de ácido nítrico

Grande parte dos produtos químicos industriais com os quais

tomamos contato diário tem o ***ácido sulfúrico****, H2SO4, envolvido, direta ou indiretamente, em sua fabricação: detergentes, plásticos, tinstock*

tintas, corantes, fibras têxteis, fertilizantes, baterias de automóveis etc.

Trata-se do composto químico de maior importância para a indústria, podendo seu consumo anual ser usado como indicador do grau de desenvolvimento da indústria química de um país.

tin bond/spl/la

mar

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Quando puro, apresenta-se como um líquido incolor, oleoso, bastante

denso (d 5 1,84 g/cm3) e de alto ponto de ebulição (338 °C).

odução pr

O mapa conceitual a seguir mostra, de forma esquemática, como o Repr

ácido sulfúrico é fabricado a partir das matérias-primas enxofre mineral, oxigênio do ar e água. ***Perceba a semelhança com o aparecimento de H2so4 na chuva.***

S

O2

S ***O*** *→ SO*

2

2

SO2

2 SO

→ 2 SO

 O ácido sulfúrico é o composto

2 ***O2***

3

químico produzido e consumido

SO

mundialmente em maior quantidade.

3

Virtualmente todos os ramos da indústria

SO

O → H SO

química dependem dele, direta ou

3 H2

2

4

indiretamente. Na foto, fábrica de ácido

H

sulfúrico em Cleveland, Inglaterra, 1987.

2SO4

“A prosperidade comercial de uma

nação pode ser medida pela quantidade

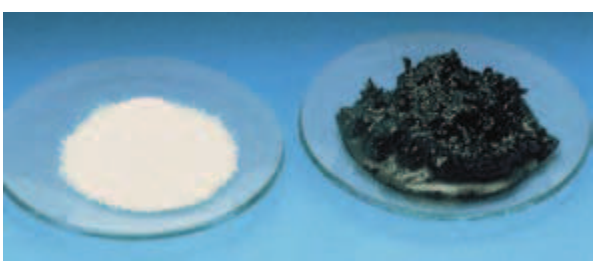
de ácido sulfúrico que ela consome.”

Quando o H2SO4 se dis sol ve em água, ocor re uma gran de libe ra ção (Justus von Liebig, químico alemão,

de calor, que faz a tem pe ra tu ra da mis tu ra aumen tar.

1803-1873.)

242



Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

O procedimento correto para misturar H

O

2SO4 concentrado e água

cc

é ***adicionar lentamente o ácido sobre a água, nunca o contrário****! Isso SEN*

porque, ao jogar água sobre o ácido, a temperatura se eleva tanto que SOIl

pode haver uma ***explosão*** *(graças à fervura violenta da água), espirrando d*

: A

ácido na pessoa e podendo até mesmo quebrar o recipiente que contém a ES

HNO3

H2SO4

çõ

solução. ***esse tipo de cuidado deve ser tomado para qualquer ácido****, não A*

TRS

apenas para o H2SO4. (Ácidos concentrados são extremamente perigosos CORROSIV

CORROSI O!

VO

CORROSIV

CORROSI O!

VO

Ilu

e ***não*** *devem ser manipulados por alunos.)*

DESITRATANTE

DESITR

DESI

AT

DRA ANTE

TANTE!

O H2SO4 é um ácido forte, bastante corrosivo, com ação desidratante;

• ***AtEnção***

ou seja, ele é capaz de retirar água dos materiais. A adição de um pouco O

H

de H

2SO4 é um líquido viscoso,

2SO4 concentrado ao açúcar provoca a ***carbonização*** *do açúcar, isto corrosivo e denso. O contato com a*

é, sua transformação em carvão. ***(esse experimento nãO deve ser feito*** *pele provoca queimadura e ulceração.*

pelo aluno, pois H

Se ingerido, provoca erosão dental,

2SO4 é muito perigoso.) *Isso também ocorre com o*

algodão, a madeira e o papel. Devido a essa ***ação desidratante****, o H*

queimaduras graves na boca e na

2SO4

garganta e possível perfuração do

consegue furar tecidos de algodão.

trato intestinal. Sua dissolução em

água ocorre com grande liberação de

Cm(H2O)n ***H2SO4*** *m C □ n H2O*

calor, o que pode provocar ebulição

violenta e explosiva, espirrando solu

Fórmula genérica que

carvão

Água retirada por

ção quente e corrosiva na pessoa.

representa açúcar, algodão,

ação do H2SO4

madeira e papel

O ácido sulfúrico concentrado

é um reagente extremamente

O ***ácido nítrico****, HNO*

perigoso. O experimento cujo

3, é obtido industrialmente a partir do oxigênio e

resultado já está na foto abaixo

o de 1998.

do nitrogênio do ar (ou da amônia) e da água. Suas principais aplicações são eir

NÃO deve ser feito pelo aluno.

na produção de nitratos, empregados em fertilizantes e em explosivos.

O HNO3 é um líquido corrosivo

e sufocante. O contato com a pele

N

Faísca

2

O2

NH3

N

——→ 2 NO

2 O2 elétrica

provoca uma coloração amarelada.

ou

4 NH

Pt

4 NO

O

3 5 O2

6 H2

O Id

NO

d

2 NO

duAR

O → 2 NO

E

2

2

lIESTRA/cA

NO

SANT

2

2 NO

O → HNO

Sobre a amostra de açúcar da

2 H2

2 HNO3

direita foi adicionado ácido sulfúrico

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

HNO

concentrado. Ele provocou a

3

carbonização do açúcar.

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

117. *(FFCL-Belo Horizonte-MG) Em ambientes não po-*

a) *H2SO3*

c) *H2S*

e) *SO3*

luídos e na ausência de raios e relâmpagos, a água

b) *H2S2O3*

d) *H2SO4*

da chuva é ácida por causa da dissolução do ■.

A alternativa que completa corretamente a frase é:

119. *(UFJF-MG) Considere os óxidos* ***A****,* ***B*** *e* ***C*** *e suas*

a) *dióxido de carbono.*

características abaixo:

b) *gás oxigênio.*

A *— gás incolor, de caráter ácido, cujas moléculas*

são apolares. O excesso na atmosfera é o prin-

c) *gás sulfúrico.*

cipal responsável pelo efeito estufa.

d) *óxido nítrico.*

B *— gás incolor, extremamente tóxico, cujas moléculas* ***118.*** *(Faee-GO) Em grandes cidades, devido a impurezas são polares. Forma-se na queima (combustão)*

em combustíveis, ocorre a formação de SO

incompleta de combustíveis, como a gasolina.

2 que reage

com o oxigênio do ar, formando trióxido de enxofre,

C *— gás incolor, de cheiro forte e irritante. Sofre*

que é um dos responsáveis pela formação de chuva

oxidação em contato com o oxigênio do ar

ácida. A fórmula do produto da reação do trióxido

e o produto formado pode reagir com água,

de enxofre com a água é:

originando a chuva ácida.

243

*Os gases **A**, **B** e **C**, de acordo com as suas caracte-em cada caso outro gás, que foi borbulhado em*

rísticas, correspondem, respectivamente, a:

água destilada. O gás I produziu um gás castanho

***a)** H*

e uma solução fortemente ácida, enquanto o gás

2S, O3 e SO2

***d)** HC,, O2 e NH3*

***b)** NO*

II produziu um gás incolor e uma solução fraca-

2, CO e CO2

***e)** CO2, N2 e O3*

***c)** CO*

mente ácida. A partir desses resultados, o aluno

2, CO e SO2

identificou corretamente os gases I e II como

***120.** (UFSCar-SP) Para identificar dois gases incolores, sendo, respectivamente:*

I e II, contidos em frascos separados, um aluno,

a) *CO e SO2*

d) *NO2 e CO*

sob a orien tação do professor, reagiu cada gás,

b) *NO2 e SO2*

e) *SO2 e NO*

separadamente, com gás oxigênio, produzindo

c) *NO e CO*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

121. *(UFPE) Três recipientes, A, B e C, contêm os gases*

d) *Observando os* ***Processos 2*** *e* ***3****, responda: Qual O2, H2 e CO2. Introduzindo um palito de fósforo aceso*

seria a consequência ambiental causada por uma

em cada recipiente, observa-se que: no recipiente A, emissão excessiva de óxidos de nitrogênio na

a chama imediatamente se apaga; no recipiente B, a

atmosfera? Justifique sua resposta.

chama se torna mais brilhante; e, no recipiente C,

123. *(Fuvest-SP) Têm-se amostras de 3 gases incolo-ocorre uma pequena explosão. De acordo com esses*

o de 1998.eir

res, X, Y e Z, que devem ser H

dados, podemos concluir que os recipientes A, B e C

2, He e SO2, não

necessariamente nesta ordem. Para identificá-los,

contêm, respectivamente:

determinaram-se algumas de suas propriedades,

a) *H2, O2 e CO2*

d) *CO2, O2 e H2*

as quais estão na tabela a seguir:

b) *CO2, H2 e O2*

e) *O2, H2 e CO2*

c) *H2, CO2 e O2*

Propriedade

X

Y

Z

122. *(UFJF-MG) Alguns dos processos que fazem parte Solubilidade*

Alta

Baixa

Baixa

do chamado "ciclo do nitrogênio", e permitem as

em água

transformações químicas do componente mais

Reação com oxigênio

abundante do ar, estão descritos a seguir.

Não

na presença de

Ocorre

Ocorre

ocorre

Processo 1: *Durante as tempestades, os raios pro-*

catalisador

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

vocam a reação

Reação com solução

Não

Não

Ocorre

odução pr

N2 (g) O2 (g) # 2 NO (g)

aquosa de uma base

ocorre

ocorre

Repr

Processo 2: *O NO em presença de O2 forma o dió-*

xido de nitrogênio.

Com base nessas propriedades, conclui-se que X, Y

Processo 3: *O dióxido de nitrogênio, em contato*

e Z são, respectivamente:

com a água da chuva, leva à formação

a) *H2, He e SO2*

d) *SO2, He e H2*

de ácido nitroso e ácido nítrico.

b) *H2, SO2 e He*

e) *SO2, H2 e He*

Processo 4: *Certas bactérias do solo e as algas azuis*

c) *He, SO2 e H2*

dos oceanos convertem o nitrogênio do

124. *(UFS-SE) Ácido sulfúrico pode ser obtido industrial-ar em amônia. A amônia é absorvida*

mente a partir da oxidação do enxofre, processo

pelas plantas e convertida em nitritos

esse que ocorre em várias etapas. Em uma delas, a

e nitratos pelas bactérias.

reação que ocorre é representada por:

Baseando-se nas informações apresentadas:

a) *2 S □ O2 # 2 SO*

a) *classifique as moléculas de nitrogênio e de amô-*

b) *S □ H*

nia quanto à polaridade.

2 # H2S

c) *S □ O*

b) *escreva a equação química balanceada que re-*

2 # SO2

presenta a reação descrita no ***Processo 3*** *do ciclo*

d) *S □ C,2 # SC,2*

do nitrogênio.

e) *2 S □ C,2 # S2C,2*

c) *represente as fórmulas químicas estruturais da*

125. *(Fuvest-SP) Escrever as equações das reações que amônia e de um dos ânions mencionados no*

ocorrem na fabricação do ácido sulfúrico, a partir

Processo 4.

do enxofre.

244

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

126. *(Fuvest-SP) Ácido nítrico é produzido pela oxidação de amônia com excesso de oxigênio, sobre um catalisador de platina, em uma sequência de reações exotérmicas. Um esquema simplificado desse processo é:*

NO

H O

2

NH Ar

3

Pt

AdIlSON SEccO

HNO3

NO

NO2

Reator

Torre de

Torre de

oxidação

absorção

Escreva as equações químicas balanceadas das reações que ocorrem no reator, na torre de oxidação e na torre de absorção. Note que, desta última, sai NO (g), nela gerado. A maior parte desse gás é aproveitada na própria torre, onde há oxigênio em excesso. Duas reações principais ocorrem nessa torre.

o de 1998.eir

6.5 Óxidos básicos

Os óxidos com características básicas que nos interessam neste livro são os óxidos de metais alcalinos e os de metais alcalino-terrosos. Tais óxidos podem ser encarados como resultado da desidratação dos respectivos

hidróxidos, de modo similar ao que fizemos com os ácidos:

Ca (OH)

2

2

2 (Na

2

2

2 OH)2

Ca

O

Na

O

Ca (OH2)

2 (Na

1

1

2 OH2)

2

1

Ca (OH2)

óxido de cálcio

Na2 OH2)

óxido de sódio

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Observe as seguintes equações químicas:

odução pr

CaO H2O # Ca(OH)2

Repr

Na2O H2O # 2 NaOH

Esses dois processos químicos são o oposto da subtração de água que fizemos anteriormente.

Esse tipo de reação pode ser generalizado assim:

***óxidos básicos** reagem com água formando base.*

Observe, agora, as seguintes reações de óxidos básicos com ácidos: ***cátion***

2

ânion

CaO 2 HNO3 # Ca(NO3)2 H2O ***caO corresponde ao ca(OH)2 da base*** *Ca NO3*

do ácido

1

2

cátion

2

ânion

Na2O H2SO4 # Na2SO4 H2O

na2O corresponde ao naOH da base *Na*

SO4

do ácido

2

1

Nesse processo, você deve ter percebido que ***o sal formado possui o ânion do ácido e o cátion da base correspondente ao óxido básico, que é o mesmo cátion do óxido básico****.*

óxidos básicos *reagem com ácidos formando sal e água.*

245

caO: um óXidO bÁSicO muitO cOnHecidO

*O **calcário** é uma rocha constituída principalmente por carbonato de cálcio (CaCO3), sendo muito utilizado na pavimentação do passeio público e na obtenção da **cal viva**: CaCO3 D*

 # CaO CO2

calcário

cal viva

ou cal virgem

*A essa reação damos o nome de **decomposição térmica do calcário**. (O símbolo D indica aquecimento.)*

*A cal viva (CaO) formada é aplicada em pinturas (caiação) e também em argamassa, uma mistura de areia, cimento e cal. Em contato com a água, a cal viva forma a **cal hidratada**: CaO H2O # Ca(OH)2*

cal viva

cal hidratada, cal

extinta ou cal apagada

As fotos A e ilustram a realização dessa reação em laboratório.

O frasco da foto A contém água e fenolftaleína. Esse indicador ácido-base encontra-se incolor porque o meio está neutro. A adição de um pouco de cal viva (CaO) — o pó branco que está na ponta da espátula de metal — faz com que a fenolftaleína assuma a coloração o de 1998.

avermelhada, característica desse indicador em meio básico, como mostra a foto .

eir

*• **AtEnção***

A

A cal viva não deve ter contato com pele,

boca e olhos, pois é irritante e corrosiva.

AlIESTRA/cId

AlIESTRA/cId

Sua dissolução em água ocorre com grande libera

ção de calor, o que pode provo car violenta ebulição,

AdIlSON SEccO

espirrando solução quente e corrosiva na pessoa. Na

CaO

EduARdO SANT

EduARdO SANT

*eventual realização desse experimento, com **autori-***

zação e supervisão do(a) professor(a), deve-se adi-

CORROSIV

CORROSI O!

VO

cionar apenas uma pitada de cal usando espátula

DESITR

DESI AT

DRA ANTE

TANTE

(como mostra a foto). Óculos de segurança, luvas

e aventais protetores são obrigatórios.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

6.6 Óxidos neutros

Há três óxidos, CO, NO e N2O, que, ao contrário dos ácidos e básicos, não reagem com água, nem com ácidos nem com bases. Eles são chamados de ***óxidos neutros****.*

óxidos neutros *ou* ***indiferentes*** *são aqueles que* ***não*** *reagem com água, nem com ácidos nem com bases. São eles CO, NO e N2O.*

tabela 4 comparação entre óxidos ácidos, básicos e neutros óxido

Formado por

composto

exemplos

Ácido

Não metal e oxigênio*

Molecular

CO2, N2O5, N2O3, NO2, N2O4,

P2O5, P2O3, SO2, SO3, C,2O7

Neutro

Não metal e oxigênio

Molecular

CO, NO, N2O

Básico

Metal alcalino ou

Iônico

Na2O, K2O, Li2O,

alcalino-terroso e oxigênio

MgO, CaO, BaO

** Três importantes exceções são o Mn2O7, o MnO3 e o CrO3, óxidos ácidos de metais, que possuem elevado caráter covalente.*

246

cO: um dOS muitOS prOblemAS

dO ciGArrO

Entre vários produtos formados na queima do fumo está o gás CO. Ele não reage com água, ácidos ou bases, pois é óxido neutro. Apesar disso é capaz de ***reagir com a hemoglobina*** *que existe em nosso sangue,* ***impedindo-a*** *CO*

AdIlSON SEccO

de transportar oxigênio *para as várias partes de nosso organismo. Esse é um dos inúmeros problemas associados ao tabagismo.*

GÁS TÓXICO

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

127. *Equacione a reação dos seguintes óxidos com água:* ***130.*** *Considere os elementos químicos carbono, cloro,*

a) *óxido de lítio;*

c) *óxido de cálcio;*

nitrogênio, sódio, cálcio, potássio e fósforo.

b) *óxido de potássio;*

d) *óxido de bário.*

Quais, entre eles, podem formar óxidos:

a) *ácidos?*

128. *Equacione a reação dos óxidos do exercício anterior com HC*

b) *básicos?*

,.

o de 1998.eir

c) *neutros?*

129. *Um caminhão-tanque capotou na estrada e derra-*

mou ácido sulfúrico na pista. Supondo que o ácido

131. *(UFRRJ) Muitas pessoas já ouviram falar de "gás derramado tenha sido neutralizado pela aplicação*

hila riante". Mas será que ele é realmente capaz de

de cal virgem (óxido de cálcio), equacione a reação

provocar o riso? Na verdade, essa substância, o

envolvida.

óxido nitroso (N2O), descoberta há quase 230 anos,

causa um estado de euforia nas pessoas que a

inalam. Mas pode ser perigosa: na busca de uma

euforia passageira, o gás já foi usado como droga,

e, em várias ocasiões, o resultado foi trágico, como

a morte de muitos jovens.

yEZO/FOlHA ImAGEm

Sobre o óxido nitroso, responda:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b Acidente com

a) *Como é classificado?*

uITI mAAT

derramamento

m

b)

odução pr

Que tipo de ligação une seus átomos?

de ácido, em

Repr

Miracatu, SP, 2007.

c) *Que outra nomenclatura também pode ser usada?*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

132. *(UEMG) De acordo com as propriedades dos ele-*

a) *óxido de sódio e ácido sulfúrico.*

mentos químicos, podemos classificar como um

b) *cloreto de sódio e ácido sulfídrico.*

óxido de natureza alcalina (básica) e um óxido de

c) *hidróxido de sódio e ácido sulfídrico.*

natureza ácida, respectivamente:

d) *hidróxido de sódio e ácido sulfúrico.*

a) *CaO e SO3*

c) *CO e A,2O3*

e) *óxido de sódio e ácido sulfuroso.*

b) *Na2O e MgO*

d) *C,2O e N2O3*

135. *(UFSC) Um agricultor necessita fazer a calagem do* ***133.*** *(UFF-RJ) São óxidos básicos:*

solo (correção do pH) para o cultivo de hortaliças

a) *MgO, C,2O, K2O*

d) *MgO, P2O5, C,2O*

e nesse processo utilizará cal virgem (CaO).

b) *C,*

Com base na informação acima, indique a(s) propo-

2O3, CaO, MgO

e) *K2O, MgO, CaO*

c) *CaO, MgO, P*

si ção(ões) ***CORRETA(S)****.*

2O5

01. Cal virgem reage com água segundo a equação:

134. *(UFRGS-RS) A substância química Na2SO3 pode ser CaO □ H2O # Ca(OH)2.*

obtida pela reação entre:

02. A calagem diminui o pH do solo.

04. A dissociação de hidróxido de cálcio em água

europeus, nas Américas não existiam determinados

libera íons (OH)□ que neutralizam os íons H□

animais — como algumas raças de cavalos, bois e

presentes no solo.

porcos — e plantas, que os colonizadores trouxeram.

08. A calagem é um processo de neutralização.

As Grandes Navegações em direção à África, à Ásia

16. Cal virgem é um óxido ácido.

e à América também provocaram intercâmbio de

enfermidades como febre amarela e cólera, que se

□ ***COMENTÁRIO DOS AUTORES:***

disseminaram facilmente nas regiões ocupadas, e de

A escala de pH é estudada em Físico-Química.

doenças sexualmente transmissíveis, como a sífilis.

A expressão "diminui o pH" deve ser entendida

Tendo o texto acima como referência inicial, julgue

como "aumenta a acidez".

os itens subsequentes em certos ou errados.

1. O átomo do elemento químico citado no texto que

136. *(UnB-DF)*

pertence ao segundo período da Tabela Periódica

Grandes Navegações

pode fazer parte de substâncias com caracterís-

Um dos primeiros saltos tecnológicos sistematica-

ticas ácidas.

mente planejados pela humanidade foram as Gran-

2. Entre os átomos dos elementos não metais citados

des Navegações iniciadas no final do século XV.

no texto, os do elemento As são os que apresen-

A tecnologia necessária foi, em grande parte, obtida

tam o maior número de elétrons no subnível mais

a partir de invenções, como a pólvora, a bússola e

energético.

o papel, e o conhecimento de diversos metais que

3. Alguns dos metais citados no texto são elementos

possibilitaram a construção de instrumentos e ferra-

de transição interna.

mentas. Nessa época, já eram conhecidos o ferro, o

4. Os átomos de oxigênio possuem maior potencial

cobre, a prata, o estanho, o mercúrio e o ouro, bem

como outros elementos químicos como o carbono,

de ionização que os átomos dos não metais citados

o enxofre e o arsênio.

no texto.

A construção de caravelas permitiu enfrentar as

5. Todos os elementos químicos citados no texto

imensas distâncias nos oceanos; mares nunca antes

podem fazer ligações covalentes.

navegados, terras, povos, flora e fauna começaram a

6. A maior parte das cargas dos átomos neutros de Fe,

ser explorados pelos europeus. Antes da chegada dos

Cu, Ag, Sn, Hg e Au encontra-se em seus núcleos.

6.7 Peróxidos

A água oxigenada é uma solução aquosa do composto de fórmula H2O2, cha-TINSTOCK

mado quimicamente de ***peróxido de hidrogênio****. Imagine que fosse possível retirar os dois hidrogênios de sua molécula, mas que cada um saísse deixando o respectivo elétron. A estrutura resultante seria formada por dois átomos de oxigênio e possuiria duas cargas negativas:*

2

peróxido de

H O O H

O O

íon peróxido

hidrogênio

VIRGO/PRODUCTIONS/CORBIS/LA

O íon resultante, o O2

2 , encontra-se presente em alguns compostos iônicos.

O H2O2 é o peróxido mais

É chamado de ***íon peróxido****, e os compostos que o contêm pertencem à classe dos utilizado pelas indústrias*

químicas, sendo empregado

peróxidos*. Os peróxidos de maior importância são os de metais alcalinos e alcalino-no processamento de madeira,*

-terrosos. A nomenclatura é feita de modo semelhante à dos óxidos básicos: celulose e papel, no tratamento

de despejos industriais e

□

2□

na fabricação de solventes

Na

O2

Na2O2 — peróxido de sódio

e plásticos. O peróxido de

2

1

sódio (Na2O2) é utilizado no

branqueamento indus trial das

2□

2□

fi bras de algodão destinadas a

Ca

O

fazer tecidos (foto).

2

CaO2 — peróxido de cálcio

1

1

Não confunda óxido com peróxido. *Apesar de parecidos, os óxidos e os peróxidos de metais alcalinos e alcalino-terrosos têm uma diferença decorrente dos diferentes ânions que os compõem. Compare, por exemplo, as fórmulas do óxido O2*

2

de sódio (Na2O) e do peróxido de sódio (Na2O2) ou do óxido de cálcio (CaO) e do Íon peróxido

peróxido de cálcio (CaO2).

248

Princípios da Química Inorgânica

Capítulo 11

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

137. *Escreva a fórmula molecular e a estrutural do pe-139. Escreva as fórmulas do peróxido de:*

róxido de hidrogênio.

a) *potássio*

138. *Os peróxidos de estrôncio e de bário são empregados*

b) *magnésio*

na fabricação de alguns fogos de artifício. Quais são

c) *lítio*

suas fórmulas?

d) *cálcio*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

140. *(Mackenzie-SP) A água oxigenada, usada para de tratamento do lixo urbano. Uma das formas*

limpar ferimentos, é uma solução aquosa de

atuais de tratamento final do lixo é a incineração,

peróxido de hidrogênio que, na presença de luz,

que emprega a decomposição por meio da oxidação

decompõe-se em água e gás oxigênio. A alternativa

térmica a alta temperatura.

que possui essa reação corretamente equacionada

Esse processo deve ser usado com restrições, pois

e balanceada é:

tem impacto negativo na saúde pública e no meio

a) *H*

ambiente, em decorrência da emissão de poluentes

2O2 (aq)

Luz

H2 (g)

□ O2 (g)

atmosféricos e de cinzas que contêm metais como Fe,

o de 1998.eir

b) *H*

A,, Zn, Ag, Cu, Cd, Sn e Hg. Os gases mais comuns

2O2 (aq)

Luz

H2O (líq) □ O2 (g)

emitidos no processo de incineração são HC,, C,2,

c) *H2O2 (aq)*

Luz

2 H2O (líq) □ O2 (g)

HBr, HF, SO2, SO3, NO2, NO e P2O5.

d) *2 H*

A partir desse texto, julgue os itens subsequentes

2O2 (aq)

Luz

2 H2O (líq) □ O2 (g)

em certos ou errados.

e) *2 H*

1. *O pentóxido de dipotássio é um dos resíduos*

2O2 (aq)

Luz

2 H2O (líq) H2 (g)

gasosos provenientes do referido processo de

141. *(UFRGS-RS) São apresentadas abaixo substâncias incineração.*

químicas, na coluna da esquerda, e uma possível apli-

2. *Caso se faça reagir uma solução de trióxido de en-cação para cada uma delas, na coluna da direita.*

xofre com uma quantidade insuficiente de base,

1. *H2SO4*

A. descorante de cabelos

ocorrerá a formação do sal hidrogenossulfato de

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2. *NaC,O*

B. antiácido estomacal

sódio, de acordo com as equações a seguir.

3. *H2O2*

C. água sanitária

SO3 (g) H2O (,) # H2SO4 (aq)

odução pr

4. *Mg(OH)2 D. conservação de alimentos*

H2SO4 (aq) NaOH (aq) # NaHSO4 (aq) H2O (,)

Repr

5. *NaC,*

E. solução de baterias automotivas

3. *Átomos de oxigênio e flúor são constituintes*

Associando as substâncias químicas, na coluna da

de alguns gases gerados na incineração de lixo.

esquerda, com as aplicações correspondentes, na

A respeito de íons desses átomos, é correto afir-

coluna da direita, a sequência correta é

mar que a quantidade de energia necessária para

a) *3A, 4B, 2C, 5D, 1E*

d) *2A, 3B, 4C, 1D, 5E*

se chegar ao íon O2 a partir de O é menor que a

b) *2A, 3B, 1C, 5D, 4E*

e) *3A, 2B, 1C, 4D, 5E*

quantidade de energia necessária para se chegar

c) *3A, 4B, 1C, 5D, 2E*

ao íon F2 a partir do F.

4. *Dos ácidos halogenados citados no texto, o mais*

142. *(Uerj) As máscaras de respiração, utilizadas por fraco é o ácido bromídrico.*

bombeiros em situações de emergência, contêm

5. *O fluoreto de cálcio é um composto inorgânico*

superóxido de potássio. Essa substância reage com

que, adicionado à água potável, atua na preven-

a umidade do ar expirado pelo usuário da máscara,

ção de cárie.

conforme a equação abaixo.

4 KO

6. *Na estrutura de Lewis da molécula do poluente*

2 (s) 2 H2O (v) # 4 KOH (s) 3 O2 (g)

NO

Além do superóxido de potássio, o potássio forma

2, mencionado no texto, o átomo central tem

elétron não ligante, o que causa uma geometria

dois outros compostos binários oxigenados que não

angular dessa molécula.

satisfazem os requisitos para uso em máscaras.

Indique as fórmulas desses compostos.

7. *Os óxidos de enxofre e nitrogênio, quando incor-*

porados ao aerossol atmosférico, estão associados

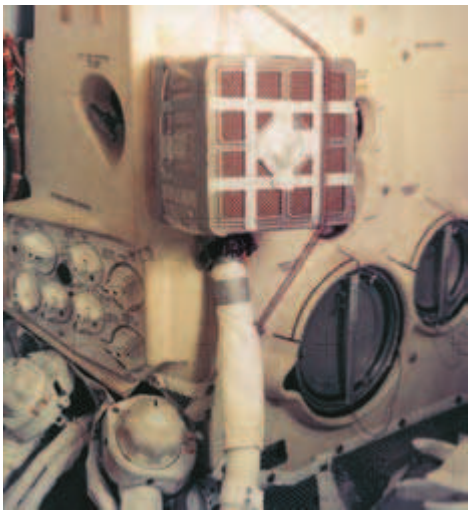
143. *(UnB-DF) Um grande problema de saúde pública*

com a acidificação de rios e lagos e com a corro-

está associado à destinação inadequada e à falta

são de edificações e monumentos.

249



Informe-se sobre a Química

Hidróxido de lítio salva astronautas

"' Houston, we have a problem.' Ao enviar essa mensagem em 13 de abril de 1970, o comandante da missão espacial Apollo 13, Jim Lovell, sabia: a

sua vida e as dos seus dois companheiros estavam por um fio. Um dos tanques de NASA

oxigênio da nave tinha acabado de explodir.

Apesar do perigo iminente de os astronautas ficarem sem O2 para respirar, a principal preocupação da NASA era evitar que a atmosfera da espaçonave ficasse saturada do gás carbônico (CO2) exalado pela própria equipe. Isso cau-saria um abaixamento do pH do sangue da tripulação (acidemia sanguínea), já que o CO2 é um óxido ácido. […]

A acidemia sanguínea deveria ser evitada a qualquer custo. Inicialmente, ela leva a pessoa a ficar desorientada e a desmaiar, podendo evoluir até o coma ou m Filtro responsável pela

mesmo a morte. Normalmente, a presença de CO

absorção de CO2 da atmosfera

2 na atmosfera da nave não é

problema. Para eliminá-lo, há, adaptados à ventilação, recipientes com hidróxido da nave espacial. Missão

Apollo 13, 1970.

de lítio (LiOH), uma base capaz de absorver esse gás. Nada quimicamente mais sensato: remover um óxido ácido da atmosfera da nave lançando mão de uma base: CO2 1 2 LiOH # Li2CO3 1 H2O

o de 1998.

NASA

eir

O problema é que os três astronautas tiveram de se refugiar numa parte da espaçonave chamada módulo lunar: pequena e preparada para duas pessoas.

Depois de um dia e meio, uma luz de alerta acendeu: o CO2 havia atingido um nível muito alto. Sinal de que a quantidade de LiOH, calculada para dois astronautas, não estava dando conta do recado. Um improviso de última hora com o hidróxido de lítio do módulo de comando (outra área da espaçonave) salvou a vida de toda a tripulação. E se existissem substâncias que, além de absorverem o CO2, ao mesmo tempo restaurassem o O2? Seria ótimo! E essas substâncias existem.

São os superóxidos! O superóxido de potássio (K2O4) já vem sendo utilizado em submarinos. Veja só o que ele faz: K2O4 1 CO2 # K2CO3 1 3

_ O

2

2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

m Resgate do módulo lunar da

[…] No espaço e até no fundo do mar. Tem química em todo lugar!"

Apollo 13 depois da reentrada,

***Fonte:** PEREIRA, L. F. Folha de S.Paulo. 29 maio 2003.*

no Oceano Pacífico, 1970.

odução pr

Repr

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

***1.** Por que o pH do sangue da tripulação abaixaria*

***3.** O hidróxido de lítio (LiOH) é utilizado para remover (aumentaria a acidez) se a atmosfera da nave*

o CO2 da atmosfera segundo a reação apresenta-

ficasse saturada de CO2? Escreva a equação

da no texto. Poderiam ser utilizadas outras bases

química que mostra a interação do CO2 com a

como, por exemplo, KOH ou Mg(OH)2? Escreva a

água presente no sangue.

equação das reações para estas bases.

2. *O CO_2 é um exemplo de óxido ácido. O que são*

4. *Pesquise por que o pH do sangue não deve variar*

óxidos ácidos? Dê outros exemplos.

além da faixa considerada normal (7,35-7,45).

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

250

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — substâncias inorgânicas

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Substância

pode ser

1

Inorgânica

alguns exemplos são

H1 (ou H3O1)

liberando

Ácidos*

(de Arrhenius)

há os que são

Ânion

Fortes

derivado do ácido

em água

dividem-se

sofrem

em

Moderados

2

o de 1998.eir

Hidrácidos

Oxiácidos

Fracos

Bases

3

(de Arrhenius)

liberando

há as que são

Fortes

em água

incluem a

Amônia (NH

sofrem

3)

Fracas

Cátion

Dissociação

em água

derivado da base

iônica

sofre

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

liberando

4

odução pr

Repr

5

há os que são

Solúveis

em água

“produzidos”

liberando

sofrem

na

Neutralização

Insolúveis

6

ácido-base

Óxidos

entre outras categorias, incluem

Óxidos

Óxidos

Óxidos

Peróxidos

ácidos

neutros

básicos

formadas por

Um só elemento

Substância simples

** Há também ácidos de Arrhenius estudados na Química Orgânica (por exemplo, fenóis e ácidos carboxílicos), que* ***não*** *são, portanto, exemplos de substâncias inorgânicas.*

Algumas reações

O

inorgânicas de

APÍTULC 12 importância

tiNstOcK

charles d. wiNters/phOtOresearchers/la

Bolhas de gás carbônico

formadas ao se abrir uma

bebida gaseifi cada. Neste

estágio do nosso estudo,

podemos considerar tal

fenômeno como sendo a

***decomposição** do ácido*

carbônico:

H2CO3 (aq) #

 # H2O (,) CO2 (g).

Alguns conteúdos importantes:

Reconhecimento de reação de adição, de

Conceito de nobreza e sua relação com o

decomposição, de deslocamento e de dupla troca

conceito de reatividade

por meio da análise de sua equação química

Reação de metais dos grupos 1 e 2 com a água

Equacionamento de reações químicas a partir de

Reação de dupla troca com precipitação

informações sobre reagentes e produtos

Reação de dupla troca com produção de gás

Conceito de reatividade e sua utilidade em previsões sobre a ocorrência de reações de deslocamento

Equação química na forma iônica

252

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos.

s

Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacio-e

ag

nados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e iMreh

apresente as conclusões ao professor.

t/O

ile

• *reação de adição*

frets

• *fila de reatividade*

a

/M

le

• *reação de deslocamento*

a

Neh

• *metais nobres*

iteK

• *efervescência*

• *precipitação*

• *produto insolúvel*

• *reação de dupla troca*

• decomposição

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

A atividade dos químicos inclui estudar as propriedades das substâncias e as transformações químicas (reações químicas) das quais elas podem, ou não, tomar parte.

Este capítulo oferece uma visão geral dos principais tipos de reações químicas en-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

volvendo substâncias inorgânicas. Iniciamos o capítulo apresentando quatro grupos de odução pr

reações inorgânicas: adição, decomposição, deslocamento e dupla troca. Embora haja Repr

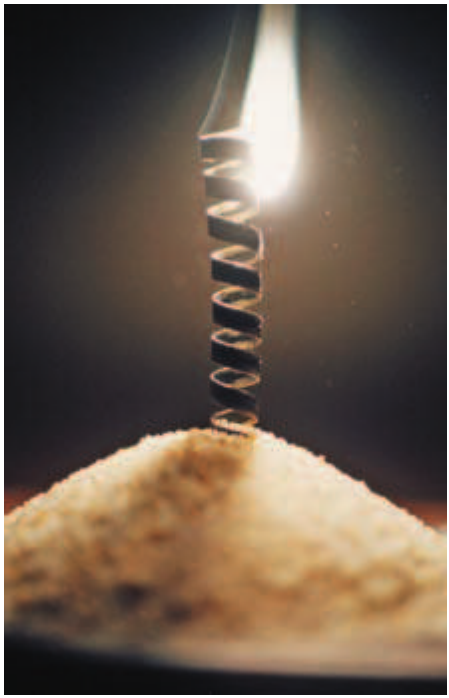
outros casos e outros esquemas classificatórios, esses quatro tipos são relevantes para essa etapa do estudo da Química no Ensino Médio.

Após trabalhar a divisão nesses quatro grupos e exercitar o equacionamento de uma reação química (sendo conhecidos os reagentes e produtos), o capítulo passa ao estudo particularizado das reações de deslocamento e de dupla troca.

O conhecimento das reações de deslocamento — que se faz acompanhar do estabelecimento do conceito de reatividade — permite compreender por que certos metais são considerados mais nobres que outros.

O conhecimento das reações de dupla troca permite entender como certos processos produzem precipitados sólidos (substâncias "insolúveis" em água, isto é, substâncias pouquíssimo solúveis em água) e alguns outros provocam efervescência (liberação de gás).

Para finalizar, o capítulo mostra como escrever uma equação química na forma iônica, que é uma representação mais adequada para processos químicos em que tomam parte íons.



1 Quatro tipos importantes de reação

Ao iniciar este capítulo, é importante lembrar que:

• ***AtEnção***

Alguns experimentos são aqui ***APENAS***

Uma ***reação química*** *(ou* ***transformação química****) é* ***ILUSTRADOS*** *com a fi nalidade de abordar*

um acontecimento em que uma ou mais substâncias se

os temas correspondentes.

transformam em uma ou mais novas substâncias.

Não tente realizá-los por conta

própria.

A eventual realização desses expe-

Lembre, também, que:

rimentos deve ter autorização e super-

visão do(a) professor(a). Nenhum dos

reagentes deve ter contato com pele,

Equação química *é a representação gráfica de uma reação* ***boca e olhos.***

química.

Óculos de segurança, luvas e aventais

protetores são obrigatórios.

1.1 Reação de adição ou síntese

Energia luminosa

liberada no

tiNstOcK

Uma reação que apresente dois ou mais reagentes e apenas

local onde está

havendo a reação

um produto é denominada ***reação de adição*** *ou* ***síntese.***

(combustão do

charles d. wiNters/

magnésio).

o de 1998.

Exemplo:

eir

2 Mg (s) O

phOtOresearchers/la

Reagentes:

2 (g) # 2 MgO (s)

Mg (s)

O

Dois reagentes

Um único produto

2 (g) (do ar)

Produto:

MgO (s)

1.2 Reação de decomposição ou análise

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Uma reação que tiver um só reagente e dois ou mais produtos é classificada como ***reação de decomposição*** *ou* ***análise****.*

odução pr

Repr

Exemplo:

(NH4)2Cr2O7 (s) # N2 (g) Cr2O3 (s) 4 H2O (g)

Um só reagente

Três produtos

N

Reagente:

(NH

2 (g)

4)2Cr2O7 (s)

Produtos:

Cr2O3 (s)

H2O (g)

tiNstOcK

tiNstOcK

Iniciando a reação

tda/cOrbis/la

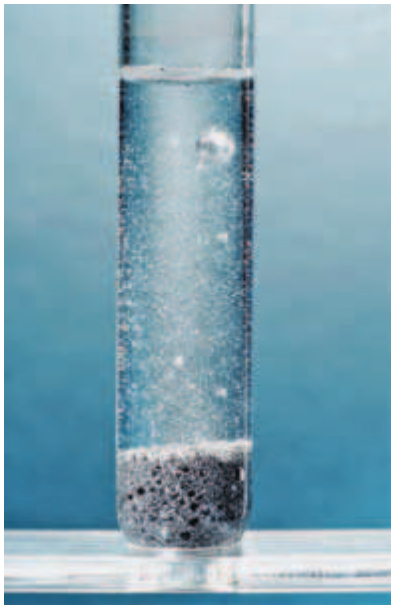
com uma chama

tda/cOrbis/la

christOpher cOOper-dK l

christOpher cOOper-dK l

254



500 ml
± 5%
400 ml
300
200

200
150
100
50

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

1.3 Reação de deslocamento

ou simples troca

Em uma ***reação de deslocamento*** *ou* ***simples troca*** *há dois* ***Produtos****:*

reagentes e dois produtos. Entre os dois reagentes, um é

tiNstOcK

H2 (g)

substância inorgânica simples e o outro é uma substância

. chillMaid/ y/la

inorgânica composta; com os produtos acontece o mesmo.

tyN f

FeC,2 (aq)

Mar

Exemplo:

Reagentes*:*

HC, (aq)

Fe (s) 2 HC, (aq) # H

scieNce phOtO librar

2 (g) FeC,2 (aq)

Fe (s)

Substância

Substância

Substância Substância

simples composta

simples composta

1.4 Reação de dupla troca

Diz-se que uma reação é de ***dupla troca*** *quando há dois reagentes e dois produtos, todos substâncias inorgânicas compostas, e ocorre uma espécie de "troca", o de 1998.*

conforme indicam as setas na equação do exemplo a seguir.

eir

Exemplo:

Pb(NO3)2 (aq) 2 KI (aq) # 2 KNO3 (aq) PbI2 (s)

Substância Substância

Substância Substância

composta composta

composta composta

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a jr./cid

a jr./cid

odução pr

Reagentes*:*

Misturando as

sérgiO tOtt

sérgiO tOtt

Repr

soluções

Produtos:

KNO3 (aq) PbI2 (s)

Pb(NO3)2 (aq)

KI (aq)

Resumindo esquematicamente

Reação de adição ou síntese:

X Y … # P

Reação de decomposição ou análise:

R # X Y …

Reação de deslocamento ou simples troca:

X YZ # Y XZ ou X YZ # Z YX

Reação de dupla troca:

XY ZW # ZY XW

255

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. *(UFPA) Observe as reações I e II abaixo:*

4. *(UflaMG) Considere a equação química não balan*

I. NH

ceada:

3 □ HC, # NH4C,

II.

SO

2 HgO D

 # 2 Hg □ O

2 □ O2 # SO3

2

Podemos afirmar que I e II são, respectivamente, rea

Efetuandose o balanceamento, a soma dos coeficien

ções de:

tes estequiométricos é igual a:

a)

a)

síntese e análise.

4

***c)** 7*

***e)** zero*

b)

b)

simples troca e síntese.

3

d) *5*

c) *dupla troca e análise.*

5. *(UFPE) Considere as reações químicas abaixo:*

d) *análise e síntese.*

1. 2 K (s) C,2 (g) # KC, (s)

e) *dupla troca e simples troca.*

2. 2 Mg (s) O2 (g) # 2 MgO (s)

2. *(PUCPR) Dadas as reações:*

3. PbSO4 (aq) Na2S (aq) # PbS (s) NaSO4 (s)

I. C,2O5 H2O # 2 HC,O3

4. CH4 (g) 2 O2 (g) # CO2 (g) 2 H2O (,)

II. C,2 2 KBr # 2 KC, Br2

5. SO2 (g) H2O (,) # H2SO4 (aq)

III. BaC,2 2 KOH # 2 KC, Ba(OH)2

Podemos afirmar que:

IV. 2 KBrO3 # 2 KBr 3 O2

a) *Todas estão balanceadas.*

Representam, respectivamente, reações de:

b) *2, 3 e 4 estão balanceadas.*

o de 1998.eir

a) *deslocamento, dupla troca, análise e síntese.*

c) *Somente 2 e 4 estão balanceadas.*

b) *síntese, deslocamento, dupla troca e análise.*

d) *Somente 1 não está balanceada.*

c) *dupla troca, simples troca, análise e síntese.*

e) *Nenhuma está corretamente balanceada, porque*

d) *simples troca, análise, síntese e dupla troca.*

os estados físicos dos reagentes e dos produtos são

e) *síntese, simples troca, análise e dupla troca.*

diferentes.

3. *(UnirioRJ)*

6. *(PUCMG) Por meio da reação de combustão da amônia I. Zn*

(NH

 2 AgNO

3), podemos obter o óxido nítrico (NO). Essa reação

3 # 2 Ag Zn(NO3)2

II.

pode ser representada pela seguinte equação química

(NH4)2Cr2O7 # N2 Cr2O3 4 H2O

não balanceada:

III. 2 Mg O2 # 2 MgO

NH3 (g) O2 (g) # NO (g) H2O (g)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

IV. C,2 2 NaBr # Br2 2 NaC,

V. H

Após o balanceamento da equação, a soma de todos

2SO4 Na2CO3 # Na2SO4 H2O CO2

os coeficientes mínimos e inteiros das espécies quíodução pr Dadas as reações acima, indique a opção que apre

Repr

micas envolvidas é igual a:

senta a ordem correta de suas classificações:

a)

a)

9

b) *13*

c) *15*

d) *19*

deslocamento; decomposição; síntese; deslocamento; dupla troca.

b) *deslocamento; síntese; decomposição; desloca*

m

Comentário dos autores:

mento; dupla troca.

Se precisar de uma sugestão, lá vai: no caso especí-

c) *dupla troca; decomposição; síntese; dupla troca;*

fico dessa reação, comece balanceando o elemento

deslocamento.

hidrogênio.

d) *dupla troca; síntese; decomposição; dupla troca;*

deslocamento.

7. *(UEMS) O elemento oxigênio foi descoberto e isolado*

e) *síntese; decomposição; deslocamento; dupla*

pela primeira vez pelo químico sueco C. H. Scheele

troca; dupla troca.

em 1771, fazendo decomposição térmica do salitre

(nitrato de potássio) em nitrito de potássio e gás

m

Comentário dos autores:

oxigênio. A equação química que representa corre

Na reação V, considere que H

tamente a reação de descoberta do oxigênio é:

2O □ CO2 corres-

ponda a H

a) *KNO*

2CO3 produzido na reação e que se

3 (s) # KNO (s)

1 O2 (g)

decompôs em água e gás carbônico. Ao classificar

b) *KNO2 (s) # KNO (s) 1 O (g)*

essa reação, não se atenha a essa decomposição,

c) *KNO3 (s) # KNO2 (s) 1 1/2 O2 (g)*

mas ao processo que transforma H2SO4 e Na2CO3

d) *KNO*

em Na

2 (s) # KNO (s)

1 O2 (g)

2SO4 e H2CO3.

e) *KNO3 (s) # KNO2 (s) 1 O (g)*

256

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

Exercício Resolvido

Equacione a reação, considerando que o produto é formado no estado sólido.

8. *Ao jogar uma moeda de cobre em uma solução de nitrato de prata, observase a formação de*

• ***AtEnção***

um depósito de prata metálica sobre a moeda.

Esse experimento NÃO deve ser feito pelo aluno,

Uma análise química revela que também houve

nem sob a supervisão e orientação do(a) professor(a).

passagem do cobre da superfície da moeda para a

O bromo é extremamente tóxico e corrosivo.

solução, formando nitrato de cobre (II).

a) *Equacione essa reação.*

b) *Classifiquea de acordo com seu tipo.*

tiNstOcK

Resolução

 A reação entre

alumínio sólido e

a) *Inicialmente devemos* ***ler atentamente o enun-***

bromo líquido libera

ciado

charles d. wiNters/

para descobrir ***quais são os reagentes e os***

calor, e isso provoca

produtos *da reação. Devemos, a seguir, escrever*

a vaporização de uma

suas respectivas fórmulas.

parte do bromo, que é

phOtOresearchers/la

castanho.

Reagentes: Cobre metálico (moeda), Cu

Nitrato de prata, [Ag+]1[NO–3]1

11. *(Vunesp) Silício elementar, na forma sólida, pode ser Produtos: Prata metálica (depósito sobre a*

obtido pela reação entre dióxido de silício pulverizado

o de 1998.

moeda), Ag

eir

e magnésio metálico. Escreva a equação balanceada

Nitrato de cobre (II), [Cu2+]1[NO–3]2

da reação, indicando os estados de agregação de

A seguir, escrevemos a equação química com

reagentes e produtos.

essas fórmulas e fazemos o balanceamento:

Cu □ 2 AgNO

m

Comentário dos autores:

3 # 2 Ag □ Cu(NO3)2

Confira que, de cada lado da equação balancea

Entenda por "estado de agregação" o estado fí-

da, temos 1 átomo de cobre, 2 átomos de prata,

sico, ou seja, sólido, líquido, gasoso ou aquoso.

2 átomos de nitrogênio e 6 átomos de oxigênio (os

átomos de nitrogênio e de oxigênio tomam parte

12. *(CefetMG) Escreva as equações químicas balanceados íons nitrato, dois de cada lado).*

das, correspondentes às seguintes reações:

b) *É um processo do tipo X □ YZ # Y □ XZ, ou*

a) *O fermento de pão pode ser preparado pela adição*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

seja, ***reação de deslocamento*** *ou* ***simples troca****.*

de gás carbônico (CO2) ao cloreto de sódio (NaC,),

à amônia (NH3) e à água (H2O). Nessa reação,

odução pr

9.

formamse bicarbonato de sódio (NaHCO

Na combustão de cálcio (reação desse metal com gás

3), que é

Repr

o fermento, e cloreto de amônio (NH

oxigênio), formase óxido de cálcio, também conhecido

4C,).

como cal viva. Equacione essa reação e classifiquea.

b) *Durante a descarga de uma bateria de automóvel, o*

chumbo (Pb) reage com o óxido de chumbo (PbO2)

*• **AtEnção***

e com o ácido sulfúrico (H2SO4), formando sulfato

*Experimentos são aqui **APENAS COMENTADOS** com a*

de chumbo (PbSO4) e água.

finalidade de trabalhar os conteúdos do capítulo.

***c)** Nos botes salvavidas, comumente se utiliza o*

Não tente realizá-los por conta própria.

hidreto de lítio (LiH), que reage em contato com

a água, produzindo hidróxido de lítio (LiOH) e gás

hidrogênio (H2).

y/

O texto a seguir é comum às questões 13 e 14:

graphy/

tiNstOcK

tOO

la

Um dos grandes avanços da Química do século

t ph

XVIII foi o isolamento e a identificação de substânber

cias gasosas. Em 1756, Joseph Black realizou uma

M

scieNce phOtO librar

experiên cia que consistia na decomposição térmica

drew la

de carbonato de magnésio (MgCO3), levando à for

Na

mação de um óxido básico e de um anidrido gasoso,

▲ *Combustão do cálcio.*

conhecido à época como "gás silvestre". O gás produzido foi coletado em um balão invertido.

10. *Ao adicionar raspas do metal alumínio a um recipiente contendo bromo líquido, Br2, ocorre a formação* ***13.*** *(UFRJ) Escreva a equação da reação que representa de brometo de alumínio.*

os resultados observados por Joseph Black.

257

14. *(UFRJ) Observase que o "gás silvestre" diminui o III. aquecimento do óxido de níquel, em forno com carpH da água contida no balão coletor.*

vão, obtendose o metal e monóxido de carbono.

Explique esse fenômeno.

A equação química global que representa a transformação do sulfeto em metal é:

m

Comentário dos autores:

a) *Ni2S3 □ 3 O2 # 2 Ni □ 3 SO2*

Diminuir o pH significa aumentar a acidez.

b) *Ni2S3 □ 4 O2 # 2 NiO □ 3 SO2*

c) *Ni2S3 □ 5 O2 □ 2 C # 2 Ni □ 3 SO2 □ 2 CO2*

15. *(FuvestSP) Um processo de obtenção de níquel consiste* ***d)*** *Ni2S3 □ 4 O2 □ 2 C # 2 Ni □ 3 SO2 □ 2 CO*

em:

e) *Ni2S3 □ O2 □ 2 C # 2 Ni □ 3 S □ 2 CO*

I. separação do sulfeto de níquel (Ni2S3) do minério

pentlandita (constituído dos sulfetos de níquel e

m

Comentário dos autores:

ferro);

Equação química global é a soma de uma sequên-

II. aquecimento do sulfeto de níquel ao ar, com forcia de reações. Nesse exercício, é uma sequência mação do óxido de níquel (NiO) e de dióxido de

de duas reações.

enxofre;

2 Reações de deslocamento

2.1 Reações de deslocamento envolvendo metais

o de 1998.eir

• ***AtEnção***

A eventual realização desse

tiNstOcK

tiNstOcK

experimento deve ter

y/la

y/la

autorização e supervisão

t phOtOgraphy/

t phOtOgraphy/

do(a) professor(a).

Placa de zinco metálico

Nenhum dos reagentes

reage com sulfato de cobre (II)

deve ter contato com pele,

em solução, ao ser mergulhada

boca e olhos.

aNdrew laMber

aNdrew laMber

nela. Na foto da direita, em que

scieNce phOtO librar

scieNce phOtO librar

a placa foi retirada da solução

Óculos de segurança, luvas

após alguns minutos, o depósito

e aventais protetores são obri-

escuro sobre a placa e no fundo

gatórios.

do béquer é cobre metálico.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A análise microscópica do experimento envolve a ocorrência de uma ***reação de deslocamento*** *odução pr*

*(**simples troca**). Nessa reação química o zinco da placa (Zn) passou para a solução na forma de Repr*

íon (Zn^{2+}) e uma parte dos íons cobre (II) (Cu^{2+}) da solução passou para a placa, na forma de cobre metálico (Cu). Dizemos que o zinco

deslocou o cobre.

Zn (s) CuSO4 (aq) # Cu (s) ZnSO4 (aq)

O zinco desloca o cobre

A ocorrência dessa reação é compatível com as evidências: forma-se um depósito de cobre metálico (Cu), diminui a quantidade de íons Cu2+ na solução (também podemos dizer que diminui a quantidade de CuSO4 dissolvido) e aparecem íons Zn2+ na solução (também podemos dizer que agora temos ZnSO4 dissolvido). Esse processo está esquematizado, em nível microscópico, na figura a seguir.

Cu2+

SO2–

Zn2+

SO2–

4

4

Cu2+

Cu2+

Cu

SO2–

Zn

SO2–

Zn

adilsON seccO

4

4

m Parte dos íons Cu2 é consumida na reação com a placa de zinco (Zn).

(Representação esquemática, em cores fantasiosas. Para efeito de esquematização, a espessura da camada de cobre depositada foi exagerada.)

258

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

*O contrário não ocorre: o cobre de uma placa não desloca o zinco de uma solução: Cu (s) ZnSO4 (aq) # **não** há reação*

O c obre não desloca o zinco

Pode-se executar uma experiência mais ampla, semelhante à que acabamos de descrever, mas envolvendo também outros metais. Assim, por exemplo, se fossem utilizadas placas de zinco, níquel e cobre e soluções de ZnSO4, NiSO4 e CuSO4, poderíamos, com base nos resultados experimentais, construir a tabela a seguir.

Placas metálicas

Zn

Ni

Cu

ções

ZnSO4

—

***não ocorre** reação*

***não ocorre** reação*

NiSO4

***Ocorre** reação*

—

***não ocorre** reação*

Solu

CuSO4

***Ocorre** reação*

***Ocorre** reação*

—

*Como podemos perceber, a placa de zinco possui maior tendên cia pa ra reagir que as demais; já a de cobre possui a menor tendência das três. Vamos chamar de **reatividade** de um metal a o de 1998.eir*

***capacidade que ele possui para deslocar outro** em uma reação de deslocamento.*

Assim, de acordo com o conceito de reatividade, temos:

Zn . Ni . Cu

Aumenta a reatividade

*Por meio de muitas experiências desse tipo, os químicos puderam construir uma fila de reatividade envolvendo os metais. Podemos dizer, então, que **a condição para que ocorra uma reação de deslocamento é que seja obedecida a fila de reatividade**. Por exemplo: Zn*

 NiSO4

 # Ni ZnSO4

Reatividade Zn . Ni

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Zn

 CuSO4

 # Cu

□ *ZnSO4*

Reatividade Zn . Cu

Ni

odução pr

□ *ZnSO4*

*# **não** ocorre*

Reatividade Ni □ Zn

Repr

Ni □ CuSO4

 # Cu

□ *NiSO4*

Reatividade Ni . Cu

Cu

□ *ZnSO4*

*# **não** ocorre*

Reatividade Cu □ Zn

Cu

□ *NiSO4*

*# **não** ocorre*

Reatividade Cu □ Ni

2.2 Reações de metais com ácidos

Vamos apresentar os resultados de um experimento envolvendo chapas dos metais zinco, ferro, cobre e ouro e quatro copos contendo solução aquosa

• ***AtEnção***

de HC,.

A eventual realização desse

experimento deve ter

Observa-se desprendimento de bolhas de gás

Com o cobre e o ouro não se observa

autorização e supervisão

Oc

hidrogênio da superfície do zinco e do ferro

c

evidência de reação

do(a) professor(a).

e

Nenhum dos rea gentes deve

ter contato com pele, boca e olhos.

Óculos de segurança, luvas e aven-

tais protetores são obrigatórios.

Soluções de ácido clorídrico são

Zinco

Ferro

Cobre

Ouro

corrosivas e desprendem vapores

ilustrações: adilsON s

tóxicos e irritantes. E o gás hidrogê-

Solução de ácido clorídrico

Solução de ácido clorídrico

nio pode explodir, caso haja fogo ou

faíscas nas proximidades.

(Representação esquemática. Cores fantasiosas.)

259

O que aconteceu nos quatro casos pode ser representado como segue, sendo que, onde ocorreu reação, podemos dizer que o hidrogênio do ácido em solução foi deslocado pelo metal.

tiNstOcK

Zn

□

2 HC, #

H2 □ ZnC,2

Fe

□

2 HC, #

H

Zinco e ferro

charles d. wiNters/

2 □ FeC,2

deslocam o hidrogênio;

Cu

□

2 HC, #

***não** ocorre*

cobre e ouro não

Au □

2 HC, #

***não** ocorre*

phOtOresearchers/la

*Conclui-se, desses resultados experimentais, que **zinco e ferro são mais reativos que hidrogênio**, e que **cobre e ouro são menos reativos que hidrogê-m O zinco é corroído pelo ácido***

nio. Por meio de muitas experiências desse tipo, os químicos puderam cons-clorídrico porque o zinco é mais

reativo que o hidrogênio:

truir uma fila de reatividade envolvendo os metais e o hidrogênio, como a que Zn (s) 1 2 HC, (aq) #

aparece abaixo.

 # H2 (g) □ ZnC,2 (aq)

FILA DE REATIVIDADE DOS METAIS

Aumenta a reatividade

Li . K . Ca . Na . Mg . A, . Zn . Cr . Fe . Ni . Sn . Pb . H . Cu . Hg . Ag . Pt . Au o de 1998.

Metais alcalinos e

Metais mais comuns

Metais nobres

eir

alcalino-terrosos

no nosso cotidiano

Reagem com HC,

Não reagem com HC,

Aumenta a nobreza

Entende-se por nobreza a característica de um metal não apresentar tendência a tomar parte em reações de deslocamento. Assim, podemos dizer que nobreza é o oposto de reatividade.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Metais mais nobres (menos reativos) que o hidrogênio (Cu, Hg, Ag, Pt, Au) não são deslocados por ele, ou seja, não reagem com ácidos como o HC,.

odução pr

Repr

REAçãO DE METAIS ALCALInOS

E ALCALInO-TERROSOS COM águA

Os metais alcalinos e alcalino-terrosos (exceto Mg) reagem rapidamente com a água, à temperatura ambiente, produzindo

hidrogênio gasoso e liberando muito calor. Trata-se de uma reação na qual esses metais muito reativos deslocam o hidrogênio da água: 2 Na (s) 2 HOH (,) # 2 NaOH (aq) H2 (g)

Reatividade Na . H

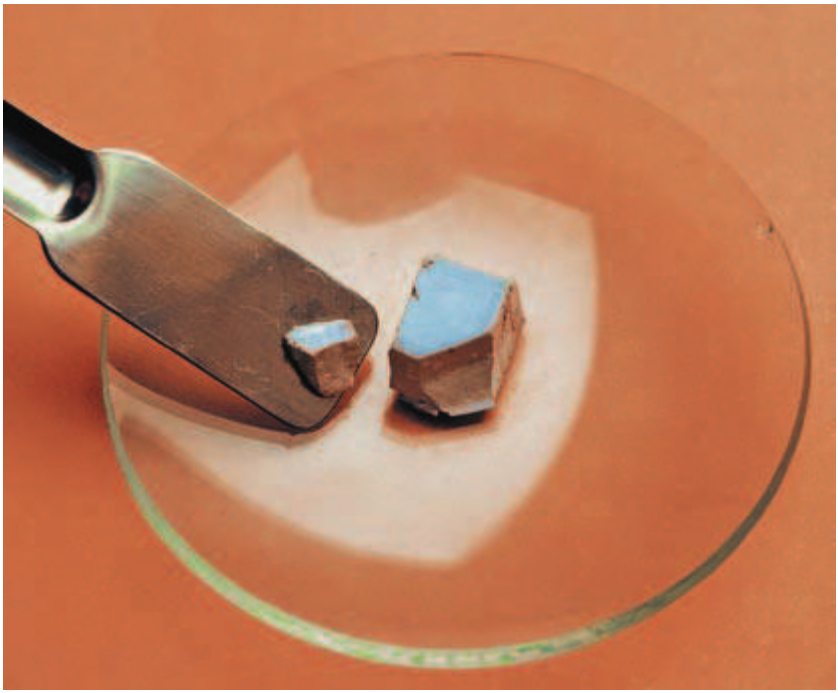
Ca (s)

2 HOH (,) # Ca(OH)2 (aq) H2 (g)

Reatividade Ca . H

A reação é muito rápida, principalmente no caso dos alcalinos (veja a foto B, na página seguinte). O hidrogênio produzido pode facilmente entrar em combustão graças ao calor liberado no processo, e essa combustão é, por vezes, tão rápida que chega a ser explosiva.

260



Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

• Atenção

O experimento NÃO deve ser feito pelo aluno.

O sódio metálico reage violentamente com água produzindo

Na

adilson secco

NaOH, que é corrosivo, e liberando gás hidrogênio e calor, o que Ca

oferece o risco de explosão.

METAIS ALCALINOS SÃO EXPLOSIVOS

EM CONTATO COM A ÁGUA

Metais alcalinos são muito reativos e devem ser guardados mergulhados em querosene para evitar contato com oxigênio e água, com os quais reagem imediatamente.

A

B

a jr./cid

a jr./cid

sérgio dott

sérgio dott

o de 1998.eir

A O sódio é um metal mole a ponto de poder ser cortado com uma espátula.

B Quando colocado em água contendo fenolftaleína, um pedaço de sódio não afunda por ser menos denso que a água. Além disso, movimenta-se rapidamente impulsionado pelo H2 liberado, deixando um rastro róseo (devido ao NaOH produzido que provoca a mudança de cor do indicador).

Tendência dos metais para reagirem com HC, (aq), H2O (vapor) e H2O (,) Li

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

K

odução pr

Ca

�)

Repr

Na

Deslocam o H da água, a frio

Mg

A�

Zn

vapor de água

Deslocam o H do

Cr

Fe

Ni

Deslocam o H de ácidos como o clorídrico (HC

Sn

Pb

Aumenta a nobreza

Reatividade aumenta

H

Cu

Hg

Ag

Pt

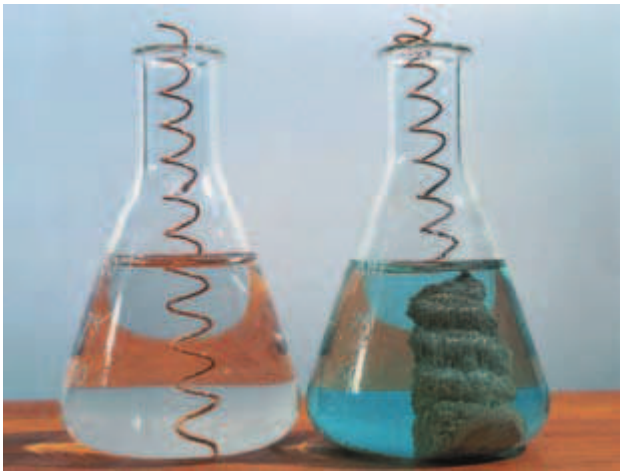
es

Au

Metais menos reativos que o H, isto é, mais nobr que o H

Fonte do esquema: WHITTEN, K. W. et al. General chemistry. 7. ed. Belmonte: Thomson-Brooks/Cole, 2004. p. 153.

261



Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

d) Au 3 HC, # 3

_2 H2 AuC,3

16. Preveja se as seguintes reações ocorrem ou não:

e) Zn 2 AgNO3 # 2 Ag Zn(NO3)2

a) Zn 2 AgNO3 # 2 Ag Zn(NO3)2

19. (UFRN) Nas cinco equações químicas enumeradas a

b) 2 Ag H2SO4 # H2 Ag2SO4

seguir estão representadas reações de simples troca,

Resolução

também chamadas reações de deslocamento:

1. Fe (s) 2 AgNO

a)

3 (aq) # Fe(NO3)2 (aq) 2 Ag (s)

Zn 2 AgNO3 # 2 Ag Zn(NO3)2

2. 3 Ni (s) 2 A,C,

O zinco está deslocando a prata

3 (aq) # 3 NiC,2 (aq) 2 A, (s)

3. Zn (s)

Consultando

2 HC, (aq) # ZnC,

a fila de reatividade dos metais,

2 (aq) H2 (g)

vemos que Zn é mais reativo que Ag. Assim,

4. Sn (s) 2 Cu(NO3)2 (aq) # Sn(NO3)4 (aq) 2 Cu (s)

essa reação ocorre.

5. 2 Au (s) MgC,2 (aq) # 2 AuC, (aq) Mg (s)

b) 2 Ag H2SO4 # H2 Ag2SO4

Analisando essas equações, com base na ordem

A prata está deslocando o hidrogênio

decrescente de reatividades (eletropositividades)

Consultando a fila de reatividade dos metais,

mostrada a seguir,

vemos que Ag NÃO é mais reativa que H. Assim,

Mg . A, . Zn . Fe . Ni . H . Sn . Cu . Ag . Au,

essa reação NÃO ocorre.

podese prever que devem ocorrer espontaneamente

apenas as reações de número:

a) 3, 4 e 5

c) 1, 2 e 3

17. (Uece) A fila de reatividade dos metais mais comuns o de 1998.

b) 2, 3 e 5

d) 1, 3 e 4

eir

é a seguinte:

K, Ba, Ca, Na, Mg, A,, Zn, Fe, Cu, Hg, Ag, Au

20. (Uerj) Os objetos metálicos perdem o brilho quando Reatividade crescente

os átomos da superfície reagem com outras substâncias formando revestimento embaçado. A prata, por Consultando essa fila, escolha a alternativa cuja

exemplo, perde o brilho quando reage com enxofre,

reação química não ocorre:

formando uma mancha de sulfeto de prata. A mancha

a) Mg CuBr2 # Cu MgBr2

pode ser removida colocandose o objeto em uma

b) Ca FeSO4 # Fe CaSO4

panela de alumínio contendo água quente e um pouco

c) Hg ZnC, # Zn HgC,2

de detergente por alguns minutos.

d) Cu 2 AgC, # 2 Ag CuC,2

Nesse processo, a reação química que corresponde à

18. (Uespi) De acordo com a ordem de reatividade, seleremoção das manchas é:

a) AgS A, # A,S Ag

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cione a alternativa na qual a reação não ocorre.

a) Zn 2 HC, # H

b) AgSO

2 ZnC,2

4 A, # A,SO4 Ag

odução pr

b) Fe 2 HC, # H

c) 3 Ag

2 FeC,2

2S 2 A, # A,2S3 6 Ag

Repr

c) Mg H

d) 3 Ag

2SO4 # H2 MgSO4

2SO4 2 A, # A,2(SO4)3 6 Ag

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

21. Equacione as seguintes reações, caso ocorram:

22. (Vunesp) Quando se mergulha um pedaço de fio de a) Mg ZnSO4

cobre limpo em uma solução aquosa de nitrato de prata,

b) Au NaC,

observase o aparecimento gradativo de um depósito

c) Zn Cr2(SO4)3

sólido sobre o cobre, ao mesmo tempo que a solução,

d) alumínio metálico cloreto de cobre (II)

inicial mente incolor, vai se tornando azul.

e) zinco metálico ácido clorídrico

f) cobre metálico ácido fosfórico

• AtEnção

g) ferro metálico ácido bromídrico

Situação

Situação

Os experimen-

h) alumínio metálico ácido clorídrico

inicial

final

tiNstOcK

tos aqui são ape-

y/la

nas comentados

t phOtOgraphy/

m

C

com a finalidade de

omentário dos autores:

exercitar o equa-

Na reação de um metal com ácido, liberando

cionamento de re-

hidrogênio, se o metal possuir duas cargas iôni-

ações. Não tente

cas diferentes, ele aparecerá nos produtos com a

realizá-los por

aNdrew laMber scieNce phOtO librar

carga menor.

conta própria.

262

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

a) Por que aparece um depósito sólido sobre o cobre

— É produzido, a partir da bauxita, por um processo

e por que a solução fica azul?

que consome muita energia elétrica. Entretanto, parte

b) Escreva a equação química balanceada da reação

do que é produzido, após utilização, é reciclada.

que ocorre.

— É o principal constituinte do aço. Reage com água

e oxigênio, formando um óxido hidratado.

23. (UFRJ) Reações de deslocamento ou simples troca são

— É o segundo elemento mais abundante na crosta

aquelas em que uma substância simples de um elemento

terrestre. Na forma de óxido, está presente na areia.

mais reativo desloca outro de uma substância composta.

É empregado em componente de computadores.

Um exemplo de reação de deslocamento, em que o cálcio

— Reage com água, desprendendo hidrogênio. Combidesloca o hidrogênio, é apresentado a seguir: nase com cloro, formando o principal constituinte do

Ca (s) 2 HNO3 (aq) # Ca(NO3)2 (aq) H2 (g)

sal de cozinha.

a) Qual o nome do sal formado nessa reação?

— Na forma de cátion, compõe o mármore e a cal.

b) Por analogia, apresente a equação da reação em que o Os nomes dos estudantes, na ordem em que estão

alumínio desloca o hidrogênio do ácido clorídrico.

apresentadas as mensagens, podem ser:

24. (PUCRS) Considerandose os metais alcalinos, é a) Silvana, Carlos, Alberto, Nair, Fernando.

INCORRETO afirmar que

b) Alberto, Fernando, Silvana, Nair, Carlos.

a) são leves (baixa densidade).

c) Silvana, Carlos, Alberto, Fernando, Nair.

b) são macios (podese cortar com uma faca).

d) Nair, Alberto, Fernando, Silvana, Carlos.

c) apresentam baixa eletronegatividade.

e) Alberto, Fernando, Silvana, Carlos, Nair.

d) reagem rapidamente com a água formando ácidos.

26. (UFSMRS) O cálcio, ao ser dissolvido na água,

e) perdem um (1) elétron com facilidade.

produz uma turvação do meio reacional permitindo

o de 1998.eir

25. (FuvestSP) Em um batepapo na Internet, cinco estuobservar a liberação de um gás.

dantes de química decidiram não revelar seus nomes,

O composto que ocasiona a turvação e o gás formado

mas apenas as duas primeiras letras, por meio de

são, respectivamente:

símbolos de elementos químicos. Nas mensagens, des

a) CaO e O2

c) CaO e H2O

e) CaO e H2

creveram algumas características desses elementos.

b) Ca(OH)2 e O2 d) Ca(OH)2 e H2

2.3 Reações de deslocamento envolvendo não metais

Água de cloro

Água de bromo

(amarelo-clara)

(alaranjada)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Bromo

odução pr

Cloro

Repr

Solução de

Solução de

TÓXICOS

brometo

cloreto

ilustrações: adilsON seccO

de sódio

de sódio

(Representações

(incolor)

(incolor)

esquemáticas. Cores

Aqui, verifica-se que aparecerá uma coloração

Aqui, não se observará evidência

fantasiosas.)

alaranjada, evidenciando a formação de bromo

de que tenha ocorrido reação

• AtEnção

Esses experimentos NÃO devem ser realizados pelo aluno.

As soluções de cloro e de bromo são tóxicas e corrosivas. Gás cloro e vapor de bromo, que se desprendem dessas soluções, podem provocar irritações e queimaduras na córnea e na pele, dor de cabeça, edema pulmonar, náuseas e vômitos.

No primeiro experimento, aconteceu uma reação química que formou bromo (Br2). A interpretação dada pelos químicos é de que o cloro desloca o bromo, numa reação que pode ser assim equacionada:

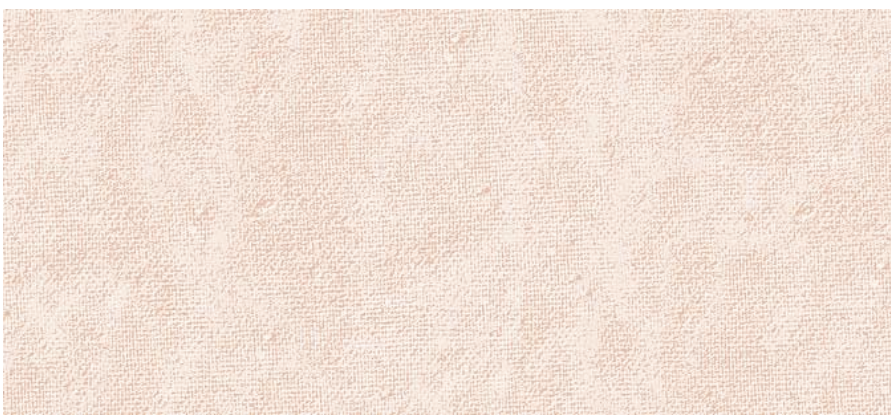
C,2 2 NaBr # Br2 2 NaC,

Reatividade C, . Br

O cloro desloca o bromo

A ocorrência dessa reação indica que o cloro é mais reativo que o bromo.

263



No segundo experimento não houve reação, o que é interpretado pelos químicos como indi-cativo de que o bromo é menos reativo que

o cloro, já que não o desloca: Br2 2 NaC, # não ocorre

Reatividade C, . Br

O bromo não desloca o cloro

Fundamentados em experiências desse tipo, os químicos construíram uma fila de reatividade para os não metais.

FILA DE REATIVIDADE DOS nãO METAIS

F . O . C, . Br . I . S

Aumenta a reatividade

Resumindo

É muito importante você perceber que as leis que

Reações relevantes envolvendo a fila de reativi-

regem as reações de deslocamento se resumem

dade dos metais são dos tipos:

em duas filas de reatividade: a dos metais e a dos

metal 1

sal 1

 # metal 2

sal 2

o de 1998.

não metais.

eir

metal

Lembre-se de que:

ácido # H2

sal

• um membro de uma dessas filas, se for mais reativo,

Reações relevantes envolvendo a fila dos não

desloca outro elemento, membro da mesma fila.

metais são do tipo:

• Um membro de uma fila nunca deslocará um

não metal 1 sal 1 # não metal 2 sal 2

membro da outra.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

27. (MackenzieSP) Da equação

b) Br2 2 KC, # C,2 2 KBr

odução pr

2 NaBr C,2 # 2 NaC, Br2, concluise que:

c) C,2 Na2S # 2 NaC, S

Repr

a) o bromo é mais reativo que o cloro.

d) 3 F2 2 A,C,3 # 2 A,F3 3 C,2

b) ocorre uma reação de dupla troca.

c) o cloro é mais reativo que o bromo, deslocandoo.

29. (UFSMRS) Sabendose que a reatividade dos halogê

d)

nios aumenta com o aumento da eletro negatividade,

o sódio é mais eletronegativo que o cloro.

escolha a alternativa que indica possibilidade de

e) a molécula de bromo é monoatômica.

reação química.

28. Preveja, com base na fila de reatividade, se as seguin

a) 2 NaBr C,2 #

d) 2 NaC, I2 #

tes reações podem ocorrer ou não:

b) 2 NaBr I2 #

e) 2 NaF C,2 #

a) I2 2 NaBr # Br2 2 NaI

c) 2 NaC, Br2 #

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

30. Equacione as seguintes reações, caso ocorram (con

31. (UELPR) O iodo pode ser obtido a partir dos iodetos sulte a fila de reatividade):

naturais, tais como NaI, ao se tratar soluções aquosas

a) cloro (C,

do iodeto com:

2) e brometo de sódio (NaBr)

b) bromo (Br

a) cal extinta

d) soda cáustica

2) e iodeto de sódio (NaI)

c) iodo (I

b) cloreto de sódio

e) cloro

2) e cloreto de potássio (KC,)

d) flúor (F

c) ácido clorídrico

2) e brometo de cálcio (CaBr2)

264

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

32. (UEPG-PR) O cloro é largamente usado como antis-b) *A ação do cloro sobre o KI indica que o cloro*

séptico na purificação da água para consumo, ou nas

apresenta maior reatividade que o iodo e tem a

piscinas, onde habitualmente é aplicado na forma de

capacidade de substituí-lo em seus compostos.

hipoclorito de sódio. Podemos testar a presença de cloro

c) *O cloreto de potássio formado é um sal insolúvel*

na água utilizando o iodeto de potássio. Sobre essa

em água e, portanto, precipita.

reação é correto afirmar:

d) *Haverá formação da substância simples I2, compro-*

a) *Trata-se de uma reação de síntese, em que o pro-*

vando ser uma reação de análise ou decomposição.

duto obtido é o cloreto de potássio.

e) *É uma reação de dupla troca.*

3 Reações de dupla troca

Um comentário inicial sobre dupla troca

O tema deste item são as reações de dupla troca, esquematicamente representadas assim: XY ZW # ZY XW

Ao estudá-lo, perceba que a maioria dos exemplos será dos seguintes tipos: o de 1998.

sal 1

sal 2 *#*

sal 3 ***sal 4***

eir

ácido 1 ***sal 1*** *#*

sal 2 ***ácido 2***

base 1 ***sal 1*** *#*

base 2 ***sal 2***

Também perceba que, nos itens 3.1, 3.2 e 3.3 deste capítulo, trabalharemos, respectivamente, as três circunstâncias típicas de ocorrência de dupla troca, que são as seguintes:

• *reagentes* ***solúveis*** *formando ao menos um produto* ***insolúvel****;*

• *reagentes* ***não voláteis*** *formando ao menos um produto* ***volátil****;*

• *reagentes* ***muito dissociados/ionizados*** *formando ao menos um produto* ***pouco dissociado/ionizado****.*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

3.1 Reações de dupla troca com precipitação

Repr

Observe a foto de um experimento:

• ***ATENÇÃO***

A eventual realização des-

A JR./CID

se experimento deve ter au-

torização e supervisão do(a)

professor(a)

SÉRGIO DOTT

Nenhum dos reagentes deve

Béquer com AgNO

ter contato com a pele, boca ou

3 (aq)

olhos. Óculos de segurança,

luvas e aventais protetores são

obrigatórios.

Béquer inicialmente

com NaC (aq)

Precipitação de cloreto

Precipitado AgC (s)

de prata, AgC□, observada

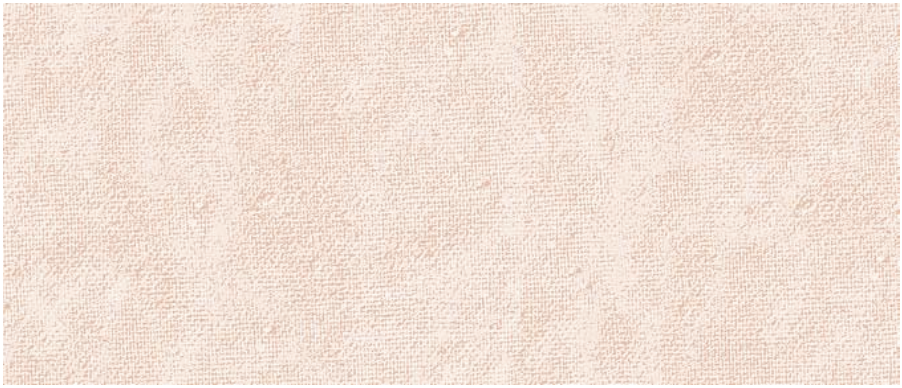
ao se adicionar uma

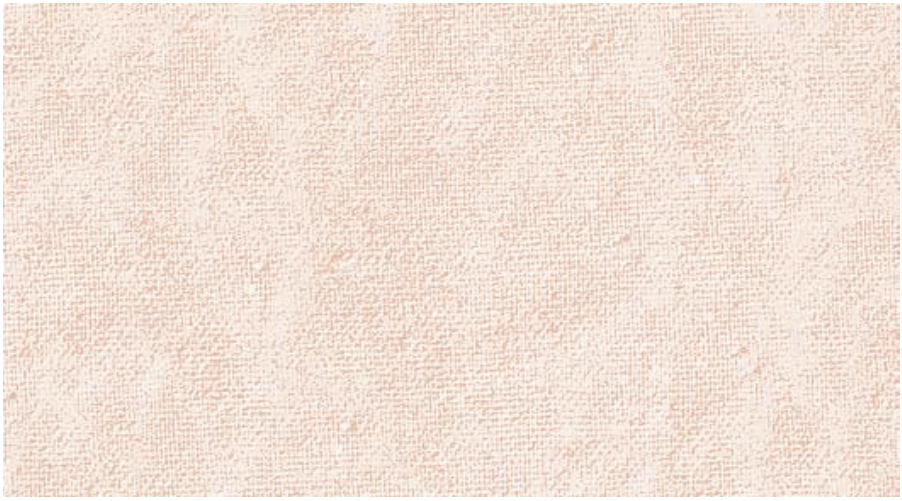
solução aquosa de nitrato

de prata, AgNO3, a outra

de cloreto de sódio, NaC□.

265





⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

⁘

Vamos fazer uma análise, em nível microscópico, do que ocorreu. Quando as soluções foram misturadas, os íons Ag+ e C, – se combinaram para formar um sal insolúvel, o AgC,, como ilustra o esquema a seguir.

Ao misturar as

Misturando

Na

NO–3

soluções, ocorre

Ag

+

Na

as soluções

AgC

precipitação de AgC, ,

(Representação

NO–

isto é, forma-se AgC,

3

C\uf0fc –

esquemática.

sólido

adilsON seccO

AgNO (aq)

NaC

Cores

\uf0fc (aq)

NaNO (aq) + AgC\uf0fc (s)

3

3

fantasiosas.)

Uma maneira de equacionar a reação química ocorrida é mostrada a seguir. O NaNO3 é um com pos to solú vel em água e o AgC, é um com pos to inso lú vel em água. Este últi mo é o pre ci pi-ta do obser va do, o que se indica com ˆ.

AgNO3 □ NaC, # NaNO3 □ AgC,

Nesta reação de dupla troca ocorre precipitação de AgC,

Vamos agora analisar outro resultado de experimento: a adição de uma solução aquosa de KNO3 a uma solução aquosa de NaC, ***não*** *causa precipitação. Após a mistura das soluções de KNO*

o de 1998.

3 e de NaC,, estarão presentes na mesma solução os íons K+, NO–3, Na + e C, –, eir

que, em princípio, poderiam combinar-se para formar KC, e NaNO3. Porém, como esses sais (KC, e NaNO3) são solúveis, não observamos precipitação. Na verdade, não há reação, ou seja, não se forma nenhuma nova substância. O que ocorreu limita-se simplesmente à mistura das soluções.

Nesse segundo caso a reação de dupla troca ***não*** *acontece porque entre os possíveis produtos nenhum é insolúvel, ou seja, nenhum precipita.*

KNO3 □ NaC, □ NaNO3 □ KC,

Esta reação não ocorre, pois NaNO3 e KC, são solúveis oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Não há reação química,

Misturando

K

Na

Repr

pois não se forma

K

+

Na

as soluções

nenhuma nova

(Representação

NO–

NO–

substância

esquemática.

3

C[illegible] *–*

3

C[illegible]*–*

adilsON seccO

Cores

KNO (aq)

NaC[illegible] *(aq)*

3

fantasiosas.)

Pelo que vimos até aqui, ***uma reação de dupla troca pode acontecer desde que tenhamos reagentes solúveis e ao menos um produto insolúvel****.*

Principais precipitados

Reveja *na página 230 a tabela de solubilidade de sais e na página 229 o texto sobre solubilidade de bases.*

Alguns dos ***precipitados*** *mais* ***comuns*** *são:*

• *AgC,*

• *PbC,2*

• *CaCO3*

• *Mg(OH)2*

• *AgBr*

• *PbBr2*

• *BaCO3*

• *A,(OH)3*

• *AgI*

• *PbI2*

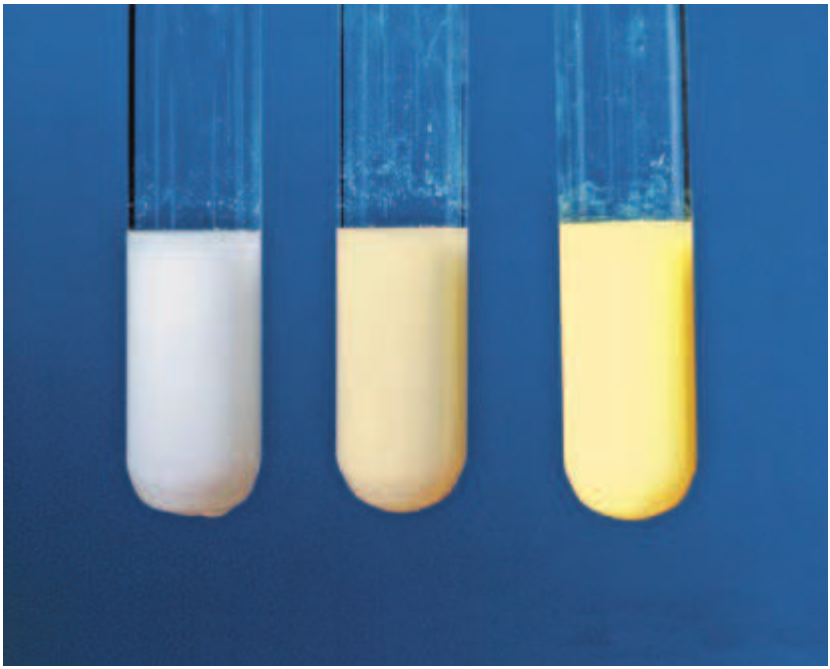
• *CaSO4*

• *Hidróxidos de metais*

• *BaSO4*

de transição

266



Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

Veja mais exemplos de dupla troca com precipitação.

A

B

□

□

□

□

□

tiNstOcK

tiNstOcK

y/la

y/la

t phOtOgraphy/

t phOtOgraphy/

aNdrew laMber

aNdrew laMber

scieNce phOtO librar

scieNce phOtO librar

A FeC,3 (aq) 3 NaOH (aq) # 3 NaC, (aq) Fe(OH)3 (s)

 AgNO3 (aq) KC, (aq) # KNO3 (aq) AgC, (s)

B CuSO4 (aq) 2 NaOH (aq) # Na2SO4 (aq) Cu(OH)2 (s)

 AgNO3 (aq) KBr (aq) # KNO3 (aq) AgBr (s)

 Cr(NO3)3 (aq) 3 NaOH (aq) # 3 NaNO3 (aq) Cr(OH)3 (s)

 AgNO3 (aq) KI (aq) # KNO3 (aq) AgI (s)

 Co(NO3)2 (aq) 2 NaOH (aq) # 2 NaNO3 (aq) Co(OH)2 (s) o de 1998.eir

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

33. *Ao misturar soluções aquosas de Pb(NO3)2 e NaC,,*

a) *oxirredução.*

observase a formação de um precipitado. Equacione

b) *dupla troca.*

essa reação, identificando nela o precipitado.

c) *síntese.*

34. *Ao misturar soluções aquosas de AgNO*

d) *deslocamento.*

3 e KC,, observase a formação de um precipitado. Equacione essa

e) *decomposição.*

reação, identificando nela o precipitado.

37. *(MackenzieSP) Dispondose de soluções aquosas*

35. *Ao misturar soluções aquosas de Pb(NO*

de: (I) nitrato de sódio; (II) nitrato plumboso;

3)2 e (NH4)2SO4,

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

observase a formação de um precipitado. Equacione

(III) cloreto de potássio e (IV) nitrato de prata e

essa reação, identificando nela o precipitado.

sabendose que os cloretos de prata e plumboso são

odução pr

insolúveis em água, escolha a alternativa contendo

Repr

36. *(UFRJ) A reação que representa a formação do cromaum par de reagentes em que ocorra a reação com to de chumbo II, que é um pigmento amarelo usado*

formação de precipitado.

em tintas, é representada pela equação:

a) *I com II.*

d) *II com IV.*

Pb(CH3COO)2 □ Na2CrO4 # PbCrO4 □ 2 NaCH3COO,

b) *I com IV.*

e) *III com IV.*

que é uma reação de

c) *I com III.*

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

38. *(PUCRS) Considere a reação química expressa pela equação NaC*

Produtos

, (aq) □ AgNO3 (aq) # NaNO3 (aq) □ AgC, (s)

e o fluxograma ao lado.

Método ***1***

Os processos de separação dos produtos formados, correspondentes aos métodos 1 e 2, são, respectivamente,

a) *filtração e evaporação.*

NaNO (aq)

AgC, (s)

3

b) *sublimação e filtração.*

Método ***2***

c) *evaporação e destilação simples.*

d) *destilação simples e precipitação.*

NaNO (s)

e) *dissolução fracionada e sublimação.*

3

267

39. *(Vunesp) Soluções aquosas de cloreto de sódio, clo*

• O sulfato de chumbo é um sólido branco, pouco

reto de bário e nitrato de potássio estão contidas em

solúvel em água.

três frascos, rotulados S1, S2 e S3. Observase experi

• O iodeto de chumbo é um sólido amarelo, pouco

mentalmente que:

solúvel em água.

1o) as soluções S1 e S3 reagem com nitrato de prata

• O sulfeto de chumbo é um sólido preto, pouco

produzindo um precipitado, enquanto a solução

solúvel em água.

S2 não reage.

• O cloreto de chumbo é um sólido branco, pouco

2o) somente a solução S1 reage com carbonato de

solúvel em água.

amônio produzindo um precipitado branco.

• O nitrato de potássio é branco e solúvel em água.

Com base nessas observações, identifique as soluções

• Todos os sais de sódio são solúveis em água.

contidas nos frascos S1, S2 e S3. Justifique a resposta,

escrevendo as equações das reações químicas utili

41. *Dois fras cos sem rótu lo con têm líqui dos inco lo res.*

zadas na identificação.

Sabese que um des ses líqui dos é uma solu ção aquosa de NaC, e o outro, uma solu ção aquo sa de CaC, ***40.***

2.

(UnicampSP) Contase que, durante a 2a Guerra

Qual dos seguin tes rea gen tes você poderia utilizar

Mundial, espiões alemães mandavam mensagens

para descobrir qual solução está em cada frasco?

com uma tinta invisível que era essencialmente uma

I. Solução aquosa de KBr

solução de nitrato de chumbo [Pb(NO3)2]. Descreva,

II. Solução aquosa de AgNO

com base nas informações a seguir, um procedimento

3

para tornar a escrita com nitrato de chumbo visível.

III. Solução aquosa de Na2SO4

Justifique sua resposta.

o de 1998.

3.2 Reações de dupla troca com formação de substância volátil *eir*

Ao adicionar uma solu ção aquosa de ácido sulfúrico ***diluído*** *a uma de carbonato de sódio, inicia-se imediatamente a libe ra ção de bolhas de gás, ou seja, começa uma* ***efervescência****, que prossegue por alguns segundos.*

• ***AtEnção***

A eventual realização

a jr./cid

desse experimento

deve ter autorização

e supervisão do(a)

H

adilsON seccO

2SO4

sérgiO dOtt

professor(a).

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Nenhum dos reagentes

CORROSIVO

deve ter contato com pele,

DESIDRATANTE

odução pr

boca e olhos.

Repr

Soluções de ácido sulfú-

 Efervescência observada em

rico são muito corrosivas.

decorrência da mistura de duas

É obrigatório o uso de luvas,

soluções aquosas, uma de ácido

avental protetor e óculos de

sulfúrico diluído e outra

segurança.

de carbonato de sódio.

Ao misturar as soluções, os íons H+ combinam-se com os íons CO2–

3 formando ácido carbônico,

H2CO3, que, sendo instável, se decompõe em gás carbônico e água.

Bolhas de gás carbônico

Misturando

As bolhas são

CO

H

Na

as soluções

2

uma evidência de

SO2–

(Representação

4

+

CO2–

3

Na

que houve reação

SO2–

H

Na

4

HOH

esquemática.

adilsON seccO

Na

química

Cores

H SO (aq)

Na CO (aq)

Na SO (aq)

O ()

(g)

2

4

2

3

2

4

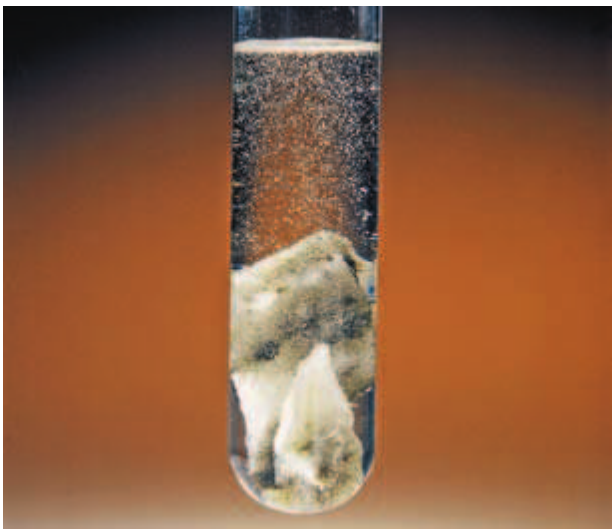
+ H2

+ CO2

fantasiosas.)

A reação de dupla troca pode ser assim equacionada:

H2SO4 Na2CO3 # Na2SO4 H2CO3



Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

e a decomposição do ácido carbônico:

H2CO3 # H2O CO2 $

Instável

em que o símbolo $ indica saída da substância na fase gasosa.

Assim, o processo total pode ser representado pela equação:

H2SO4 Na2CO3 # Na2SO4 H2O CO2 $

O CO2 é um produto volátil, isto é, que sai do sistema no estado gasoso Uma maneira mais completa de representar a reação é incluir os estados físicos: H2SO4 (aq) Na2CO3 (aq) # Na2SO4 (aq) H2O (,) CO2 (g) Pelo que acabamos de ver, concluímos que ***uma reação de dupla troca pode acontecer mesmo sem haver precipitação; basta que tenhamos reagentes não voláteis e ao menos um produto volátil****.*

Substâncias voláteis que você precisa conhecer

• ***H2S*** *(g)*

• ***CO2*** *(g)*

• ***HCn*** *(g)*

Se uma reação produz H2CO3, substitua-o por H2O (,) CO2 (g)

• ***SO2*** *(g)*

Se uma reação produz H

o de 1998.

2SO3, substitua-o por H2O (,) SO2 (g)

eir

• ***nH3*** *(g)*

Se uma reação produz NH4OH, substitua-o por NH3 (g) H2O (,)
tiNstOcK

charles d. wiNters/

superstOcK/KeystONe

phOtOresearchers/la

▲

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Boa parte da massa das pérolas deve-

-se ao CaCO3. O contato prolongado das

pérolas com a acidez do suor faz com que

odução pr

elas sofram um processo de corrosão, que é

Repr

representado pela seguinte equação (na qual

▲ *Calcário reagindo com ácido clorídrico:*

HX representa os ácidos existentes no suor):

CaCO3 (s) 2 HC, (aq) #

CaCO3 (s) 2 HX (aq) #

 # CaC,2 (aq) H2O (,) CO2 (g)

 # CaX2 (aq) H2O (,) CO2 (g)

gáS CIAnÍDRICO

O gás cianídrico (HCN), que mata por asfixia, foi utilizado em câmaras de gás na Segunda Guerra Mundial. Sua obtenção se dá por meio da reação entre ácido sulfúrico concentrado e cianeto de potássio (antigamente deno-
HCN

adilsON seccO

minado cianureto):

G

G ÁS TÓXIC

ÁS TÓXI O

CO

MATA POR ASFIXIA

H2SO4 (aq) 2 KCN (aq) # K2SO4 (aq) 2 HCN (g)

ODOR DE AMÊNDOAS AMARGAS

Reagentes não voláteis

Produto volátil

• AtEnção

Como você pode notar, no início o potássio estava combinado com o ***O HCN jamais deve ser***

cianeto, e o hidrogênio, com o sulfato; ao final, ambos trocaram de "posi- *manipulado ou produzido*

ção" na equação. Esse processo é uma reação de ***dupla troca com formação em instalações escolares***

de ensino médio.

de substância volátil *(HCN).*

uTILIDADES DO BICARBOnATO DE SÓDIO (naHCO3)

ESTãO RELACIOnADAS COM AS REAçÕES

DE DuPLA TROCA

*Quando o bicarbonato de sódio reage com um ácido, ocorre a liberação de gás carbônico (**efervescência**):*

HX NaHCO3 # NaX H2O CO2 $

gabOr NeMes/KiNO

H2CO3 decomposto

Você mesmo pode observar a efervescência adicionando uma pitada de bicarbonato de sódio sólido (adquirido em farmácias) a um pouco de vinagre ou suco de limão.

A reação com ácidos explica por que o NaHCO3 pode ser usado como antiácido estomacal e em fermentos.

• ***Antiácido estomacal**: ao ser ingerido, o NaHCO3 reage com o HC, presente no estômago, combatendo a acidez estomacal e a azia.*

▲ *Um medicamento*

• ***Fermento para massas**: além do NaHCO3, contém também outro efervescente contém, entre outros*

composto, de características ácidas. Na reação entre ambos, que ocorre componentes, NaHCO3 e também

o de 1998.

quando dissolvemos o fermento em água ou leite, ocorre liberação de eir

um ácido em pó. Ao ser jogado na

CO2, que faz a massa se expandir e ficar fofa.

água, ocorre a efervescência.

3.3 Dupla troca com formação de produto

menos dissociado (ou ionizado)

Considere a reação entre soluções de ácido clorídrico, HC,, e acetato de sódio, Na(CH3COO).

(Representação esquemática.

Misturando

Na

*C**–*

Cores fantasiosas.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

H

+

as soluções

Na

C –

odução pr

adilsON seccO

CH COO–

CH COOH

3

3

Resumindo

Repr

HC *(aq)*

Na(CH COO) (aq)

NaC *(aq) + CH COOH (aq)*

3

3

Há três condições para

Forma-se um produto pouco ionizado.

a ocorrência de uma rea-

Não há evidências visuais de reação, mas ela ocorre *ção de dupla troca. Basta*

Na reação, os íons H+ e CH

que uma delas seja satis-

3COO– combinam-se formando um ácido fraco

feita para que a reação

CH3COOH, pouco ionizado. O processo pode ser assim equacionado: ocorra:

• *Reagentes* ***solúveis***

HC, (aq) Na(CH

formando ao menos

3COO) (aq) # NaC, (aq) CH3COOH (aq)

um produto ***inso-***

Reagentes muito separados em íons

Produto pouco separado em íons

lúvel.

• *Reagentes* ***não vo-***

Apesar de não haver ***nenhuma evidência visual*** *de que tenha ocorrido* ***láteis*** *formando ao*

reação química, pode-se demonstrar que realmente ela aconteceu, utilizando menos um produto

medidas de condutividade elétrica, pois, como você deve estar lembrado, um ***volátil.***

ácido forte (no caso, o HC,) em solução conduz melhor a corrente elétrica do

• *Reagentes* ***muito dis-***

que um ácido fraco (no caso, o CH3COOH).

sociados/ionizados

Assim, podemos dizer que ***uma reação de dupla troca também pode ocor-e ao menos um pro-***

rer se entre os produtos figurar um eletrólito mais fraco que os reagentes, duto pouco dissocia-isto é, um ácido mais fraco ou uma base mais fraca.

do/ionizado.

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

42. Equacione a reação entre as seguintes substâncias, 46. Quando uma solução de ácido é derrubada sobre

em solução aquosa, indicando o gás liberado em cada

uma bancada, num laboratório, é procedimento usual

caso:

eliminálo jogando bicarbonato de sódio em pó sobre

a) Na

o líquido. Equacione a reação envolvida considerando

2S e H2SO4

c) K2CO3 e HC,

b) KCN e HNO

que o ácido derramado é o clorídrico.

3

d) (NH4)2SO4 e KOH

43. (UFPA)

47. (FunreiMG) As chuvas ácidas compreendem um

a) A reação abaixo apresenta uma das utilizações do

dos mais sérios problemas ecológicos da socieda

ácido sulfúrico. Escreva os produtos e classifiquea

de contemporânea. Em alguns lugares, como nos

quanto ao tipo de reação.

países da Escandinávia, ela já matou os peixes dos

CaF

lagos e rios e, na Alemanha, dizimou florestas.

2 □ H2SO4 #

Em Atenas, na Grécia, a superfície de mármore do

b) Indique a que funções inorgânicas pertencem os

Parthenon foi transformada em gesso. Que equação

produtos da reação do item a.

química, abaixo, corres ponde ao que ocorreu no

44. (PUCSP) Considere o aparelho abaixo:

Parthenon?

a) 2 HC, CaSO4 # H2SO4 CaC,2

b) H2SO4 CaCO3 # CaSO4 H2O CO2

c) Na2CO3 H2SO4 # Na2SO4 H2O CO2

o de 1998.

Solução de HC

d) Ca(OH)2 2 HC, # CaC,2 2 H2O

eir

iNstOcKat

adilsON seccO

Kristi j. blacK/cOrbis-l

Solução aquosa

da substância (y)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

FeS

Precipitado preto (z)

▲ Parthenon, construído de 447 a 438 a.C. em Atenas, Grécia,
odução pr

Adicionandose ácido clorídrico ao balão, há uma

citado na questão 47.

Repr

reação com desprendimento de um gás (x), que, ao

48. (UFPE) Três frascos, A, B e C, contendo soluções inborbulhar na solução contida no erlenmeyer, reage, colores ácida, básica e neutra, não estão identificados.

produzindo um precipitado preto (z).

Para identificar tais soluções, um analista fez alguns

O gás (x), a substância (y) e o precipitado (z) são,

testes, usando fenolftaleína e carbonato de sódio.

respectivamente:

O resultado dos testes está na tabela abaixo.

a) SO2, Pb(NO3)2, PbSO3 d) H2S, NaNO3, Na2S

b) SO2, NaNO3, Na2SO3

e) H2S, Pb(NO3)2, Pb(OH)2

Em presença de

c) H

Solução

2S, Pb(NO3)2, PbS

Carbonato de sódio

Fenolftaleína

45. É muito comum o uso de ácido muriático (HC,

A

Não há liberação de gás

Adquire cor rósea

comercial) para lavar pisos e paredes. No entanto,

pisos e paredes de mármore (carbonato de cálcio)

B

Não há liberação de gás Permanece incolor

não podem ser lavados com esse ácido, pois ele reage

C

Há liberação de gás

Permanece incolor

com o carbonato de cálcio, liberando um gás.

Equacione essa reação e diga qual é o gás liberado.

Podemos afirmar que:

a) a solução A é ácida e a B é básica.

m

Comentário dos autores:

b) a solução A é neutra e a C é básica.

É por isso que você não deve deixar cair líquidos

c) a solução B é neutra e a A é ácida.

ácidos (suco de limão, vinagre etc.) em pias de

d) a solução B é ácida e a C é neutra.

mármore.

e) a solução C é ácida e a A é básica.

271

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

49. (Vunesp) Quando se adiciona uma solução aquosa

Chaminés altas lançam ao ar, entre outros materiais,

de carbonato de sódio a uma solução aquosa de

o dióxido de enxofre (SO2) que pode ser transportado

cloreto de bário, formase um precipitado branco.

por muitos quilômetros em poucos dias. Dessa for

Adicionandose ácido nítrico, ocorre a dissolução do

ma, podem ocorrer precipitações ácidas em regiões

precipitado.

distantes, causando vários danos ao meio ambiente

a) Escreva a equação química da reação de formação

(chuva ácida).

do precipitado, identificandoo.

Um dos danos ao meio ambiente diz respeito à cor

b) Escreva a equação química da reação de dissolução

rosão de certos materiais. Considere as seguintes

do precipitado.

obras:

I. monumento Itamarati – Brasília (mármore).

50. (UFPB) Na indústria, o uso de água com altos teores II. esculturas do Aleijadinho – MG (pedrasabão,

de íons Ca2, HCO

2

3 e CO3 não é recomendável, uma

contém carbonato de cálcio).

vez que o CaCO3 que vai sendo formado se incrusta

nas tubulações das caldeiras e de outros equipa

III. grades de ferro ou alumínio de edifícios.

mentos. Tais incrustações podem ser removidas pela

A ação da chuva ácida pode acontecer em:

lavagem das tubulações com solução de ácido clorí

a) I, apenas.

d) II e III, apenas.

drico. A reação do ácido clorídrico com o carbonato

b) I e II, apenas.

e) I, II, III.

de cálcio é representada pela equação química:

c) I e III, apenas.

a) Ca(HCO3)2 (s) 2 HC, (aq) #

 # CaC,

53. (FuvestSP) Para realizar um experimento, em que o de 1998.

2 (aq) CO2 (g) 2 H2O (,)

eir

b) Ca(HCO

é produzido CO

3)2 (s) 2 HC, (aq) #

2 pela reação de um carbonato com

 # CaC

ácido clorídrico, foi sugerida a aparelhagem da figura

,2 (aq) CO2 (g) H2O (,)

abaixo.

c) CaCO3 (s) 2 HC, (aq) #

 # CaC,2 (aq) CO2 (g) H2O (,)

Suporte

d) CaCO3 (s) HC, (aq) #

 # CaC,2 (aq) CO2 (g) H2O (,)

e) CaCO3 (s) 2 HC, (aq) #

 # CaC,2 (aq) CO2 (g) 2 H2O (,)

adilsON seccO

Ácido

51. (UFMT) Acidentalmente, os rótulos de três barricas clorídrico

contendo sais foram perdidos. Uma delas contém

Água

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Carbonato

nitrato de amônio, outra carbonato de sódio e outra

odução pr

nitrato de sódio. Todos esses sais têm o mesmo aspec

Com essa aparelhagem,

Repr

to (pós brancos). Têmse as seguintes informações:

I. não será adequado usar carbonatos solúveis em

I. Os sais de amônio, em presença de hidróxidos

água.

e carbonatos de metais alcalinos, desprendem

II. o experimento não funcionará porque o ácido

amônia, NH3, de cheiro característico.

clorídrico deve ser adicionado diretamente sobre

II. Os carbonatos reagem com ácido, produzindo

o carbonato.

efervescência, ou seja, desprendimento de gás

III. parte do CO

carbônico.

2 desprendido ficará dissolvido na

água.

Baseado no enunciado acima e nas informações,

IV. o gás recolhido conterá vapord'água.

julgue os itens abaixo.

Dessas afirmações, são corretas apenas:

0. Os três sais são solúveis em água.

a)

1. A fórmula molecular do nitrato de amônio é

I, II e III

d) II e III

NH

b) I, III e IV

e) III e IV

4NO2.

2. Tomandose separadamente uma alíquota da so

c) II e IV

lução aquosa de cada sal, aquela que reagir com

54. (Ufes) Considere a sequência de reações:

vinagre será a do carbonato de sódio.

S

O

3. Comercialmente o hidróxido de sódio é conhecido

2

 # I

I

H

como soda cáustica.

2O

 # II

FeO

4. Na

II

 # III H2O

2CO3 é a fórmula molecular do nitrato de sódio.

Mg 1

—

52. (EnemMEC) Um dos problemas ambientais decor2 O2 # IV

rentes da industrialização é a poluição atmosférica.

IV H2O # V

272

Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

As funções dos compostos I, II, III, IV e V são, res

57. (UEPGPR) Analise as equações abaixo, consideranpectivamente: do que as reações ocorrem em meio aquoso, e, em

seguida, indique o que for correto.

I

II

III

IV

V

I. HCN A,(OH)3 # produtos

óxido

óxido

hidró

a)

ácido

sal

II. H2S KOH # produtos

ácido

básico

xido

III. HC, FeS # produtos

óxido

óxido

hidró

b)

ácido

sal

IV. NaOH NH4C, # produtos

ácido

básico

xido

01) Em I e II ocorrem reações de neutralização.

óxido

óxido

hidró

c)

ácido

sal

02) Em IV resulta uma base volátil e fraca.

ácido

básico

xido

04) Em III, onde ocorre um ácido forte como reagente,

óxido

hidró

óxido

d)

ácido

sal

resulta como produto um ácido fraco.

ácido

xido

básico

08) Em I resultam sal e água.

óxido

hidró

óxido

e)

sal

ácido

ácido

xido

básico

58. (UFMS) O poluente atmosférico dióxido de enxofre, de odor desagradável, pode entrar na atmosfera de

55. (PUCRS) O hidrogenocarbonato de sódio, conhecido forma natural ou provocada pelo homem. Esse gás

comercialmente como bicarbonato de sódio, é usado

causa irritação nos olhos e outros problemas à saúde,

como antiácido estomacal por ser capaz de reagir

além de danificar as plantas. Considerando a série de

com o excesso de ácido clorídrico, presente no suco

reações balanceadas que o dióxido de enxofre e seus

gástrico, resultando em um sal e um gás responsável

produtos podem fazer na atmosfera ou na superfície

o de 1998.eir

pela eructação (“arroto”). O nome do sal e a função

terrestre,

química do gás são, respectivamente:

I. SO2 (g) H2O (,) # H2SO3 (aq)

a) cloreto de sódio e óxido.

II. 2 SO

b) carbonato de sódio e ácido.

2 (g) O2 (g) #

2 SO3 (g)

III. SO

c) clorato de sódio e sal.

3 (g) H2O (,) #

H2SO4 (aq)

d) carbeto de sódio e base.

IV. CaCO3 (s) H2SO4 (aq) #

e) clorito de sódio e ácido.

 # CaSO4 (aq) H2O (,) CO2 (g),

é correto afirmar que [julgue os itens em verdadeiros

56. (UnisinosRS) Para obter o sulfato ferroso, um sal ou falsos]:

usado para combater a anemia, a reação executada

é a:

001. I produz ácido sulfúrico.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) Fe(OH)

002. II é eficaz na despoluição do meio ambiente.

2 H2S2O3 #

FeS2O3 2 H2O

b) Fe(OH)

004. III é uma reação de combustão do SO3.

odução pr

2 H2S #

FeS 2 H2O

Repr

c) FeCO

008. IV é responsável pela destruição de estátuas

3 H2SO4 #

FeSO4 CO2 H2O

d) Fe(OH)

(relíquias) antigas.

2 H2SO3 #

FeSO3 2 H2O

e) 2 Fe(OH)

016. IV é uma reação de neutralização.

3 3 H2SO3 #

Fe2(SO3)3 6 H2O

4 Equações químicas na forma iônica

Para reações químicas que envolvam íons em solução aquosa, a equação iônica é a melhor maneira de representar o processo.

Veja um exemplo:

Zn (s) CuSO4 (aq) # Cu (s) ZnSO4 (aq)

Cu2

SO2–

Zn2

SO2–

4

4

Zn Cu2 SO2

2□

4 # Cu □ Zn2□ □ SO4

Cu

adilsON seccO

Zn

Zn (s) □ Cu2□ (aq) # Cu (s) □ Zn2□

Equação iônica

(aq)

(Representação esquemática. Cores fantasiosas.

Par

a efeit

o de esquematização, a espessura da

Placa

Solução

Depósito

Solução

camada de cobre foi exagerada.)

273

Veja outro exemplo:

Zn

Zn (s) 2 HC, (aq) # H

H

2 (g) ZnC,2 (aq)

2

Zn 2 H 2 C, # H2 Zn2 2 C,

H

C–

C–

adilsON seccO

Zn (s) 2 H (aq) # H

Equação iônica

Zn2

2 (g) Zn2 (aq)

H

C–

C–

Placa

Solução

Gás

Solução

(Representação esquemática. Cores fantasiosas.)

• AtEnção

A eventual realização desse experimento deve ter autorização e

supervisão do(a) professor(a).

O gás hidrogênio pode explodir, caso haja fogo ou faísca nas proximidades.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

59. Equacione, na forma iônica, a reação entre:

Resolução

a) magnésio metálico e sulfato de cobre (II) aquoso;

AgNO3 (aq) NaC, (aq) # NaNO3 (aq) AgC, (s)

o de 1998.

b) magnésio metálico e ácido clorídrico;

eir

Ag NO3 Na C, # Na NO3 AgC,

c) cobre metálico e nitrato de prata aquoso;

d) magnésio metálico e ácido sulfúrico.

Ag (aq) C, (aq) # AgC, (s) Equação iônica

Solução

Solução

Precipitado

60. Em seu caderno, complete e balanceie as equações químicas:

62.

a)

Equacione, na forma iônica, a reação que ocorre

Zn (s) Cu2 (aq) # produtos

quando são misturadas soluções aquosas de:

b) Mg (s) Ag (aq) # produtos

a) Pb(NO3)2 e NaC,

d) Na2CO3 e HC,

c) Zn (s) H (aq) # produtos

b) Ca(NO3)2 e K2CO3

e) NaHCO3 e HC,

d) A, (s) H (aq) # produtos

c) BaC,2 e H2SO4

63. (UFSSE) Há formação de precipitado quando uma

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Exercício Resolvido

solução diluída de ácido clorídrico é adicionada a

uma solução que contém íons:

odução pr

61. Equacione, na forma iônica, a reação entre

a) H□ (aq)

c) Ca2□ (aq)

e) Na□ (aq)

Repr

AgNO3 (aq) e NaC, (aq).

b) Ag□ (aq)

d) Mg2□ (aq)

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

64. (UFSMRS)

65. (FEISP) Têmse quatro tubos de ensaio contendo, respectivamente, soluções com íons dos seguintes

Zn Fe Ni Cu Ag Pt Au

metais: A,, Cu, Mg e Zn. Uma amostra de um desses

Segundo a série de reatividade química, a seta para a

metais é dividida em quatro partes, que são colocadireita indica o aumento da facilidade de redução dos das nos tubos de ensaio citados. Observouse reação

íons e a seta para a esquerda indica o aumento da facom precipitação de metal em três tubos de ensaio.

cilidade de oxidação dos metais [reatividade]. Assim,

A amostra escolhida é do metal:

ocorre, espontaneamente, somente a reação:

a) A,

a) Cu Fe2 # produtos

b)

b)

Fe

Mg

*** Zn2   # produtos***

c) Ni Au # produtos

c) Zn

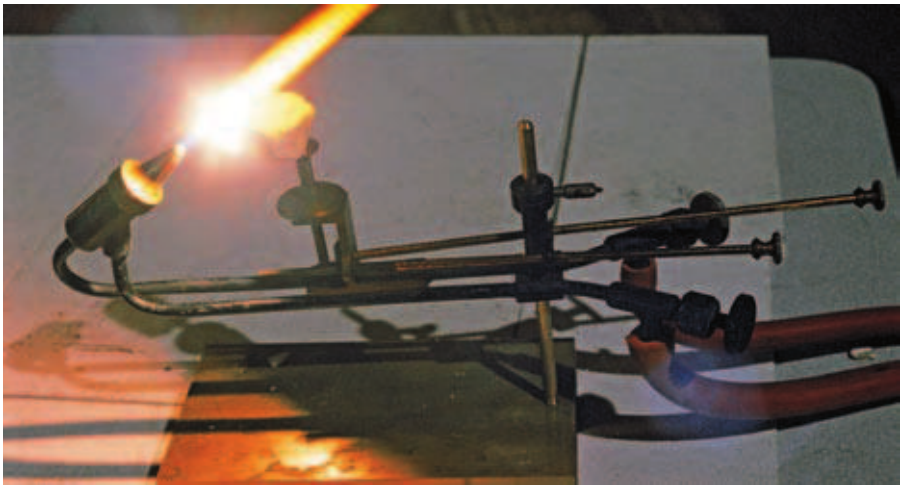
d) Ag Ni2 # produtos

d) Cu

e) Pt Cu2 # produtos

e) Não dá para determinar.

274



Algumas reações inorgânicas de importância

Capítulo 12

66. (UMCSP) Considere uma solução aquosa que contém dissolvidos os íons Ag□, Ca2□ e Ba2□; que ácido poderia ser adicionado a ela, sem que houvesse formação de precipitado?

a) HC,

d) H3PO4

b) HNO3

e) qualquer um dos ácidos mencionados.

c) H2SO4

67. (UFMG) Um grupo de estudantes encontrou um frasco sem rótulo, contendo uma solução incolor, que suspeitaram conter íons Pb2 (aq).

Para testar essa possibilidade, eles construíram esta tabela, em que está indicada a solubilidade, em água, de quatro sais:

Sal

NaI

PbI2

NaNO3

Pb(NO3)2

Solubilidade

solúvel

insolúvel

solúvel

solúvel

Com base nessa tabela, é CORRETO afirmar que a presença dos íons Pb2 (aq) pode ser evidenciada, adicionandose a uma amostra do conteúdo do frasco sem rótulo uma pequena porção de:

a) NaI (aq)

b) NaNO3 (aq)

c) Pb(NO3)2 (aq)

d) PbI2 (s)

Informe-se sobre a Química

o de 1998.

Aquecendo-se sob as luzes da ribalta

eir

“Todos gostam de estar sob as luzes da ribalta

na glória das luzes da ribalta. A luz era espetacular,

uma ou outra vez, mas quem tem mais chance? A

assim como sua química. Mas também era um

luz de tungstênio, talvez. Ou a luz de halogênio. Mas

pouco assustadora.

as luzes da ribalta — não.

O problema, no teatro, era encontrar um meio de

Vocês alguma vez pensaram de onde vem a ex-

aquecer a cal na temperatura exata — a solução exi-

pressão ‘luzes da ribalta’? Não tem nada a ver com*

gia uma química muito inteligente. No princípio dos

*a fruta verde que, coincidentemente, se chama lima,***

anos 1800, a chama que aquecia o óxido de cálcio

mas com a substância química óxido de cálcio, tam-

era produzida ao queimar-se hidrogênio na presença

bém conhecida como cal virgem. Esse composto

do oxigênio, mas isso ocorria muito antes que esses

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

branco, que pode ser granulado ou grumoso, tem

gases pudessem ser comprados em cilindros; eles

uma propriedade fantástica: ele fica incandescente

precisavam ser gerados no próprio local.

odução pr

quando aquecido.

Naqueles dias, a parte de baixo do palco era um

Repr

Antes da eletricidade, os palcos de teatro eram

verdadeiro laboratório químico. Lá, o hidrogênio era

banhados pela luz gerada por óxido de cálcio aque-

produzido lançando-se pedaços de zinco em ácido

cido. Uma lente colorida na frente da cal brilhante

sulfúrico. O gás era então coletado e guardado em

focava a luz e possibilitava aos atores aquecer-se

grandes sacos em forma de fole. O oxigênio era

iNstOcKat

y/l

vis/scieNce phOtO

librar

dat-ra

adaM h

aNtôNiO gaudériO/fOlha iMageM

m Queimador de ribalta utilizado na década de 1860.

m O ator Paulo Autran (1922-2007), durante ensaio para o

monólogo “Quadrante”, em 1990.

** Em inglês limelight, “luz de cal”. (N. T.)*

*** Em inglês lime, “lima” e “carbonato de cálcio”. (N. T.)*

gerado ao aquecer-se clorato de potássio com dió-
cal para formar o caseinato de cálcio insolúvel, subs-
xido de manganês. Este também era guardado em
tância usada para colar partes de madeira de aviões
sacos. As bolsas de hidrogênio e de oxigênio eram
durante os anos 1930. A cola era vendida como um
conectadas, por tubos, às luzes de cal, e, quando
pó branco e consistia em soro de leite, soda cáustica
a iluminação se tornava necessária, o hidrogênio
(para dar solubilidade) e cal. Em um mundo estéril
era aceso. Obviamente incêndios em teatros eram
teria sido uma cola perfeita, mas, como o queijo, ela
uma ameaça constante.
amolece quando degradada pelos micróbios. Mole
Hoje, claro, não precisamos de cal para os refleto-
como queijo camembert, a cola solta das juntas.
res, mas ela ainda está presente por aí. Na verdade,
Embora as aplicações do óxido de cálcio sejam
seria difícil retratar a vida moderna sem cal. Ela é feita
interessantes, sempre me espantei com a quantidade
aquecendo-se a pedra de cal (carbonato de cálcio)
de calor liberada quando a cal reage com a água para
e tem uso amplo na agricultura. É uma substância

produzir “cal extinta”, ou hidróxido de cálcio. A reação
alcalina, ou base, que pode ser adicionada ao solo
é tão exotérmica que pode produzir temperaturas de
para neutralizar a acidez e para aumentar seu conteú-
até 700 °C. Por essa razão, a cal deve ser mantida
do de cálcio. O uso da cal na agricultura é anterior à
completamente seca quando em depósito. Se entrar
Era Cristã, e, mesmo nos tempos coloniais, no Novo
em contato com a água, pode causar um incêndio
Mundo, muitas plantações tinham fornos nos quais
— veleiros de madeira ocasionalmente pegavam
a pedra de cal se transformava em cal.
fogo quando a água penetrava o porão onde a cal
Como a cal é a base mais barata disponível, foi
estava armazenada.
usada até para neutralizar a chuva ácida. Na Suécia,
Mas a história mais incomum de cal envolve xixi de
o de 1998.
onde o problema da chuva ácida é particularmente
gatinhos. Há alguns anos, o fogo destruiu o depósito
eir
sério, a “calinização” dos lagos é comum. A chuva
de um fazendeiro japonês. Parece que ele guardava
ácida é causada principalmente pelas emissões

um saco de cal que pretendia usar para melhorar

industriais de dióxido de enxofre, gás que se pode

o solo. Inicialmente não se encontraram as causas

combinar com a água para formar ácido sulfúrico.

do incêndio, mas os corpos de dois gatinhos foram

O problema é enormemente reduzido se o dióxido de

achados perto do saco de cal. Eles tiveram um triste

enxofre for destruído ao pulverizar-se uma solução

fim; aparentemente responderam ao chamado da

de cal em uma câmara por onde os gases efluentes

natureza no lugar errado.

passam antes de serem liberados no ar. […]

A cal foi usada até na manufatura de cola.

Fonte: SCHWARCZ, J. Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia a dia. Rio de Janeiro: A caseína, uma proteína do soro do leite, reage com a

Zahar, 2009. p. 23.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

odução pr

Repr

1. Em português, a palavra ribalta, além de denominar a fileira de refletores que fica no nível do palco, tem outras acepções. Pesquise e cite quais são.

2. Escreva as equações químicas da obtenção de gás hidrogênio e de gás oxigênio descritas no texto. Considere que o dióxido de

manganês é um catalisador, ou seja, não é consumido durante a reação de obtenção de gás oxigênio.

3. Explique como a cal pode neutralizar a acidez de uma solução aquosa.

4. São muitos os exemplos do uso do conhecimento químico nas artes. Pesquise alguns desses exemplos e componha uma redação que una os temas Química e produção artística.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

276

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — reações inorgânicas

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

incluem reações de

Reações inorgânicas

também chamadas reações de

1

Síntese

por exemplo

SO3 (g) 1 H2O (�)

H2SO4 (aq)

CaO (s) 1 H2O (�)

Ca(OH)2 (aq)

também chamadas reações de

2

Análise

o de 1998.eir

por exemplo

CaCO

2 H

3 (s)

CaO (s) 1 CO2 (g)

2O2 (aq)

2 H2O (�) 1 O2 (g)

também chamadas reações de

3

Simples troca

por exemplo

metal 1 1 sal 1

metal 2 1 sal 2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

obedecem à

4

odução pr

Repr

metal 1 ácido

H2 1 sal

obedece à

não metal 1 1 sal 1

não metal 2 1 sal 2

5

6

por exemplo

ocorrem quando

pelo menos uma

das condições vigora

sal 1 1 sal 2

sal 3 1 sal 4

reagentes solúveis

produto insolúvel

ácido 1 1 sal 1

sal 2 1 ácido 2

reagentes não voláteis

produto volátil

base 1 1 sal 1

base 2 1 sal 2

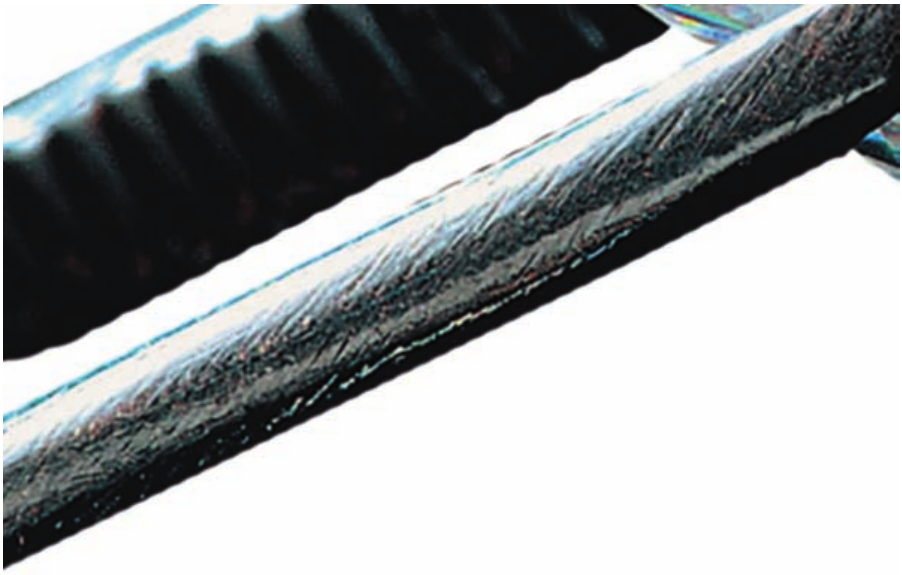
reagentes muito

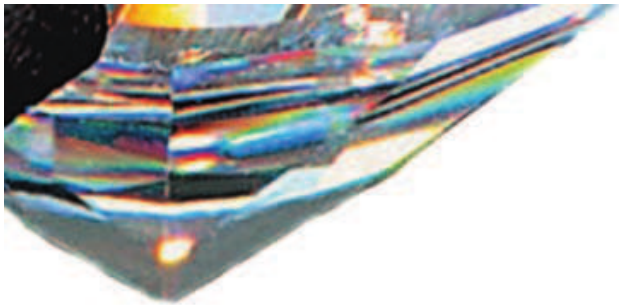
produto pouco

dissociados/ionizados

dissociado/ionizado

277





O

Mol

APÍTULC 13

Alguns conteúdos importantes:

Unidade de massa atômica

Constante de Avogadro

Massa atômica de elemento químico

Constante de Avogadro e mol

Massa molecular

Massa molar

Massa de íons

Interpretação de fórmulas químicas (molecular,

Relação entre grama e unidade de massa atômica

mínima e porcentual) usando os conceitos de

quantidade de matéria e massa molar

Quantidade de matéria

o de 1998.eir

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

m Em um brilhante (diamante lapidado) de um

quilate (duzentos miligramas) estão presentes

1022 (dez sextilhões) de átomos de carbono.

Este capítulo discute, entre outros assuntos,

-Other iMages

como calcular o número de átomos existentes

numa massa conhecida de uma certa substância.

K-phOtOs/alaMy

Na foto, diamante com 1,6 cm de diâmetro.

Mol

Capítulo 13

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

- ***medição de uma grandeza***
- ***comparação com um padrão***
- ***unidade de medida***
- ***objetos macroscópicos***
- ***objetos microscópicos***

icONOtec/alaMy/Other iMages

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Objetos macroscópicos, tais como moedas, meias, laranjas e clipes para papel, podem ser contados e, dessa forma, podemos expressar sua quantidade. Podemos falar, por exemplo, em sete moedas, em um par de meias, em três dúzias de laranjas ou em cinco centos de clipes para papel.

E contar átomos, é possível? O problema para contar átomos é que eles são extremamente pequenos, o que inviabiliza a visualização, a manipulação e a contagem de todos os átomos presentes em uma amostra macroscópica, por menor que seja ela. Por isso, oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

não há um meio direto para contar individualmente átomos de amostras macroscópicas, como faríamos com laranjas ou clipes para papel.

odução pr

Repr

Contudo, o trabalho de alguns cientistas permitiu encontrar um meio indireto de contar átomos. Contar de modo indireto pode ser comparado a ter uma balança e uma grande caixa cheia de clipes para papel, todos iguais, e desejar saber quantos clipes há na caixa.

Determinando a massa total dos clipes e a massa de um único clipe, o problema pode ser resolvido. É só dividir a massa total pela massa de um único clipe e teremos uma boa estimativa da quantidade total de clipes.

Químicos e físicos do passado se dedicaram a obter um método para determinar a massa dos átomos. Conhecida a massa do átomo de certo elemento químico, é possível avaliar quantos átomos há em uma amostra desse elemento de massa conhecida, de modo similar ao caso dos clipes.

Neste capítulo você aprenderá como consultar a tabela periódica para chegar ao valor da massa de átomos, de moléculas e de íons e

como usar medidas de massa para avaliar quantos átomos, moléculas ou íons há em certa amostra de matéria. Aprenderá também o significado da grandeza quantidade de matéria, cuja unidade é o mol, o que vem a ser constante de Avogadro e qual sua utilidade e o que vem a ser massa molar, três conceitos importantíssimos para a Química.

279

1 Estabelecendo relação entre

massa e quantidade

1.1 A unidade de massa atômica

Átomos são pequenos demais para ter sua massa determinada em balanças comuns. No final do século XIX, os cientistas começaram a desenvolver um aparelho denominado espectrômetro de massa, que permite a comparação da massa de átomos (e também de íons e de moléculas) com uma unidade previamente estabelecida.

O grama e seus múltiplos e submúltiplos não são as unidades mais adequadas para a massa de átomos, pois são unidades grandes demais para expressar tais grandezas.

Os cientistas escolheram um dos isótopos do elemento químico carbono e atribuíram a ele o valor 12 (exato) para comparar a massa dos átomos. Como se vê, foi escolhido algo inerente ao mundo microscópico, algo da mesma ordem de grandeza da massa dos átomos. Por uma simples questão de conveniência, que tem a ver com o complexo funcionamento dos espectrômetros de massa, foi escolhido como unidade de massa atômica (u) um doze avos da massa do isótopo do carbono de número de massa 12, isto é, 1/12 da massa do 12C. Essa unidade de medida para a massa de átomos é denominada unidade de massa atômica e é simbolizada por u.

o de 1998.eir

A unidade de massa atômica, cujo símbolo é u, é definida como sendo igual a 1/12 da massa de um átomo do isótopo 12C.

TINSTOCK

Y/LA

ARA CIÊNCIA MOLECULAR/

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

SCIENCE PHOTO LIBRAR

odução pr

Repr

JAMES HOLMES-CENTRO OXFORD P

Químico observando, na tela

do computador, o resultado da

análise em um espectrômetro

de massa. Oxford, Inglaterra, 1991.

1.2 Introdução ao conceito de massa atômica:

análise de elementos com um só isótopo natural

Como vimos anteriormente, os átomos de um elemento químico apresentam o mesmo número atômico, isto é, o mesmo número de prótons. Também vimos que alguns elementos químicos existem na natureza sob a forma de mais de um isótopo, sendo que os isótopos de um elemento têm o mesmo número de prótons (pois são do mesmo elemento), mas diferentes números de nêutrons, o que acarreta diferentes números de massa.

De todos os elementos químicos conhecidos, apenas vinte existem na natureza sob a forma de um único tipo de átomo, ou seja, esses vinte elementos não apresentam dois ou mais isótopos naturais. Entre eles estão o flúor, o sódio, o alumínio, o fósforo, o manganês, o cobalto, o iodo e o ouro.

280

Mol

Capítulo 13

Em um espectrômetro de massa, pode-se determinar experimentalmente a massa dos átomos desses elementos. Os resultados das medidas são mostrados na tabela 1, abaixo.

tabela 1

Massa atômica dos vinte elementos químicos que são encontrados na natureza sob a forma de um único tipo de átomo

átomo

Massa atômica (u)

átomo

Massa atômica (u)

Berílio, 9

3

4Be

9,012182

Nióbio, 941Nb

92,906378

Flúor, 19

3

9F

18,998403

Ródio, 1045Rh

102,905504

Sódio, 23

7

11Na

22,989770

Iodo, 1253I

126,904468

Alumínio, 27

3

13A,

26,981538

Césio, 1355Cs

132,905447

Fósforo, 31

1

15P

30,973762

Praseodímio, 1459Pr

140,907648

Escândio, 45

9

21Sc

44,955910

Térbio, 1565Tb

158,925343

Manganês, 55

5

25Mn

54,938050

Hôlmio, 1667Ho

164,930319

Cobalto, 59

9

o de 1998.

27Co

58,933200

Túlio, 1669Tm

168,934211

eir

Arsênio, 75

33As

74,921596

Ouro, 197

79Au

196,966552

Ítrio, 89

39Y

88,905848

Bismuto, 209

83Bi

208,980383

Fonte: LIDE, D. R. (Ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 1-15ss.

De modo aproximado, esses valores podem ser escritos assim:

94Be —

9 u

93

41Nb

—

93 u

199F — 19 u

103

45Rh

— 103 u

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

23

11Na

— 23 u

127

53I

— 127 u

odução pr

27

13A,

— 27 u 133

55Cs

— 133 u

Repr

31

15P

— 31 u 141

59Pr

— 141 u

45

21Sc

— 45 u 159

65Tb

— 159 u

55

25Mn

— 55 u 165

67Ho

— 165 u

59

27Co

— 59 u

169

69Tm

— 169 u

75

33As

— 75 u 197

79Au

— 197 u

89

39 Y

— 89 u

209

83Bi

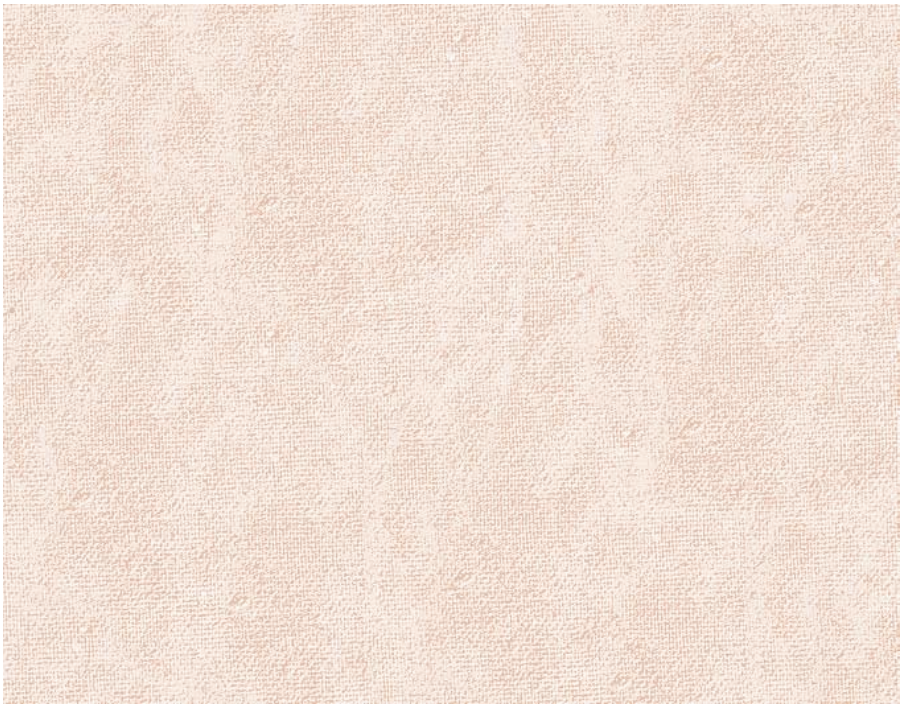
— 209 u

O fato de a massa de um átomo de flúor ser 19 u significa que seus átomos têm massa que é 19 vezes maior que 1/12 da massa de um átomo de 12C. Analogamente, um átomo de sódio tem massa 23 vezes maior que 1/12 da massa do 12C. E assim por diante.

Massa atômica é a massa de um átomo. Por questão de conveniência, ela costuma ser expressa em unidades de massa atômica (u).

Você pode ter se perguntado: há alguma diferença no tratamento dos elementos que existem na natureza sob a forma de dois ou mais isótopos? Responderemos logo mais à frente.

281



1.3 Não confunda número de massa com massa atômica

Evidências experimentais mostraram que a massa do próton e a do nêutron são próximas, mas não exatamente iguais, e que a massa do elétron é significativamente menor que ambas: Massa de um próton 5 1,007276 u

Massa de um nêutron 5 1,008665 u

Massa de um elétron 5 0,000549 u

Os elétrons contribuem muito pouco para a massa dos átomos. Prótons e nêutrons, por sua vez, apresentam contribuições significativas. Por isso, foi criado o conceito de número de massa (simbolizado por A), que corresponde à soma dos números de prótons e de nêutrons de um átomo.

O número de massa é, portanto, inteiro, maior que zero e desprovido de unidade.

Já massa atômica é a massa de um átomo. Para expressar corretamente essa grandeza devemos utilizar um número (que normalmente não é inteiro) acompanhado de uma unidade que, por conveniência, é a unidade de massa atômica (u).

Então não confunda número de massa com massa atômica.

No caso do alumínio (27

13A,), por exemplo, o número de massa é 27 e a massa atômica é 26,981538 u, conforme a tabela 1.

A massa atômica não é exatamente igual ao número de massa porque as massas de prótons e nêutrons não são exatamente iguais entre si e porque existe a pequena contribuição dos elétrons.

o de 1998.eir

Além disso, quando prótons e nêutrons tomam parte do núcleo de um átomo, a massa total do conjunto é ligeiramente inferior à massa que esses prótons e nêutrons teriam se estivessem separados. Isso se deve a um fenômeno denominado efeito de empacotamento. A explicação desse efeito é complexa para o ensino médio. Uma ideia básica é fornecida no quadro a seguir.

O importante é você perceber que quando o valor da massa de um átomo, expresso em u, é arredondado para o número inteiro mais próximo, o resultado desse arredondamento coincide numericamente com o número de massa. Isso você pode comprovar analisando os vinte exemplos dados anteriormente.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Massa atômica e defeito de massa

odução pr

Ao determinar a massa de um núcleo de deu-

No caso da formação do núcleo do deutério, essa

Repr

tério, deveríamos esperar que a sua massa fosse o energia é imensa e corresponde a 1 z 108 kJ (cem resultado da soma das massas das partículas que milhões de quilojoules) para cada 1 g de núcleos o constituem, um nêutron e um próton. Assim:

de deutério.

10n (1,008665 u) 11p (1,007276 u) 5 21H (2,015941 u)

Assim, concluímos que a massa de um átomo é

valor esperado

sempre menor do que a soma das partículas suba-

tômicas que o constituem, sendo essa diferença de

Porém, a massa encontrada para o 21H é igual a massa denominada defeito de massa.

2,013553 u, sendo um valor menor que o esperado.

Nesse caso, ao unir 1 próton e 1 nêutron para formar

Um exemplo interessante desse efeito acontece no

um núcleo houve uma perda de massa correspon- Sol, onde ocorre a fusão de dois núcleos de hidro-dente a 2,015941 2,013553 5 0,002388 u.

gênio com dois nêutrons, formando um núcleo de

hélio, conforme a equação:

Segundo a teoria, essa "perda de massa" é

convertida em energia, denominada energia de

2 11H 2 10n # 42He

ligação do núcleo. O cálculo dessa energia é feito

Essa fusão resulta numa perda de massa corres-

utilizando a Equação de Einstein, a qual relaciona pondente a 0,03038 u, a qual, convertida em energia, a variação da energia (DE), a variação da massa resulta na principal fonte de energia para a vida (Dm) e a velocidade da luz (c):

do planeta Terra, ou seja, a energia que é fornecida

E 5 (m) ? c2

pelo Sol.

Mol

Capítulo 13

2 Massa atômica de um elemento

e massa molecular

2.1 Completando o conceito de massa atômica:

análise de elementos com dois ou

mais isótopos naturais

A maioria dos elementos químicos apresenta-se na natureza sob a forma de dois ou mais isótopos diferentes. Exemplos estão na tabela 2.

O elemento boro, por exemplo, existe sob a forma de dois isótopos naturais, o 10B e o 11B.

O primeiro tem massa 10 u e abundância 20% e o segundo tem massa 11 u e abundância 80%.

Consideremos uma amostra de 100 átomos desse elemento, na qual há 20 átomos de 10B

(isto é, 20% dos átomos na amostra) e 80 átomos de 11B.

Massa de 20 átomos de 10 u 5 20 z 10 u 5 200 u

Massa de 80 átomos de 11 u 5 80 z 11 u 5 880 u

Massa total dos 100 átomos 5 200 u 880 u 5 1.080 u

Se 100 átomos de boro têm massa 1.080 u, então cada átomo desse elemento tem, em média, o de 1998.eir

massa 10,8 u. Esse cálculo também poderia ter sido indicado como uma média ponderada: Massa média do átomo de boro 5 20 ? 10 u 1 80 ? 11 u

_____

100

5 10,8 u

Da mesma maneira, os químicos determinaram a abundância dos isótopos naturais de todos os elementos e suas respectivas massas. De posse desses dados, puderam ser calculadas as massas médias de seus átomos, expressas em unidades de massa atômica. Esses valores são conhecidos como massas atômicas dos elementos e aparecem relacionados na tabela periódica.

A massa atômica de um elemento químico é a massa média de seus átomos. Por oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

conveniência, essa grandeza é geralmente expressa em unidades de massa atômica (u).

odução pr

Repr

No caso de elementos que têm apenas um isótopo natural, a massa atômica é a própria massa desses átomos, já que não há necessidade de calcular a massa média.

Massa atômica e abundância dos isótopos naturais

tabela 2

de alguns elementos químicos

Massa

Massa

átomo

átomo

atômica (u)

atômica (u)

Boro-10, 10

1

5B (19,9%)

10,012937

Neônio-21, 210Ne (0,27%)

20,993847

Boro-11, 11

2

5B (80,1%)

11,009306

Neônio-22, 210Ne (9,25%)

21,991386

Oxigênio-16, 16

5

8O (99,757%)

15,994915

Cloro-35, 317C, (75,78%)

34,968853

Oxigênio-17, 17

7

8O (0,038%)

16,999132

Cloro-37, 317C, (24,22%)

36,965903

Oxigênio-18, 18

9

8O (0,205%)

17,999160

Bromo-79, 735Br (50,69%)

78,918338

Neônio-20, 20

1

10Ne (90,48%)

19,992440

Bromo-81, 835Br (49,31%)

80,916291

Fonte: LIDE, D. R. (Ed.). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 1-15ss.

283

2.2 As massas atômicas na tabela periódica

É possível consultar a tabela periódica e, a partir dela, obter valores de massas atômicas para os elementos conhecidos. Observe:

Número atômico

5

6

do elemento

cO

Ne

boro

B

C

ce

Massa atômica

10,8

carbono 12,0

sN

do elemento (u)

Osl

K

13

14

di

: ase

A

silício Si

çõa

Pb

alumínio 27,0

28,1

rts

Na tabela periódica, encontramos o

ilu

número atômico e a massa atômica

dos elementos.

K

A massa de um átomo

A massa de um átomo

A massa de um átomo

do elemento potássio é

Pb do elemento chumbo é

Ne do elemento neônio é

39,1

207,2

20,2

aproximadamente 39 u.

aproximadamente 207 u.

aproximadamente 20 u.

2.3 Massa molecular

Quando dois ou mais átomos se unem por ligação covalente, o resultado é uma molécula.

A massa de uma molécula pode ser calculada simplesmente

somando-se as massas dos átomos o de 1998.eir

que a constituem.

Massa molecular de uma substância é o nome dado à massa de uma molécula dessa substância. Por conveniência, essa grandeza é geralmente expressa em unidades de massa atômica (u).

Vejamos, por exemplo, os casos de água, amônia e dióxido de enxofre.

Cada molécula de água, substância de fórmula molecular H2O, é formada por dois átomos de hidrogênio (de 1 u cada) e um átomo de oxigênio (de 16 u). Assim, a massa molecular da água é 18 u.

Cada molécula de amônia, substância de fórmula molecular NH3, é formada por um átomo oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

de nitrogênio (de 14 u) e três átomos de hidrogênio (de 1 u cada). Assim, a massa molecular da amônia é 17 u.

odução pr

Repr

Cada molécula de dióxido de enxofre, substância de fórmula molecular SO2, é formada por um átomo de enxofre (de 32 u) e dois átomos de oxigênio (de 16 u cada). Assim, a massa molecular do SO2 é 64 u.

2.4 As massas moleculares a partir da tabela periódica

Conhecidas as massas dos átomos que formam uma determinada molécula é possível, somando-as, obter a massa da referida molécula.

cOce sN

C

O

Osldi

A massa de

A massa de uma

: as

uma molécula

molécula da

e

da substância

substância oxigênio

çõar

gás carbônico é

é aproximadamente

ts

aproximadamente

igual a 32 u.

ilu

igual a 44 u.

A massa de um átomo

A massa de um átomo

(Representações esquemáticas,

do elemento carbono é

do elemento oxigênio é

em cores fantasiosas.)

C

O

aproximadamente

12,0

16,0

aproximadamente

igual a 12 u.

igual a 16 u.

284

Mol

Capítulo 13

3 Massa de íons

*A massa atômica do sódio é 23 u. Qual será a massa de um íon Na? *

Bem, a diferença entre um átomo neutro de sódio e um íon Na é que o íon tem um elétron a menos. Acontece que a massa de um elétron é totalmente desprezível perante a massa do átomo.

Assim, para efeitos práticos, a massa do íon Na é 23 u.

Podemos proceder de modo análogo para ânions. Assim, por exemplo, como a massa atômica do cloro é 35,5 u, podemos afirmar que a massa de um íon C, é 35,5 u.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

1. Qual é a unidade de medida escolhida como a mais 5. (CesgranrioRJ) Um elemento genérico X tem massa conveniente para expressar a massa de átomos? Como

atômica 75,2 u e apresenta os isótopos 74X, 75X, 76X.

ela foi definida?

Sabendose que a ocorrência do isótopo 75 é de 40%,

a ocorrência do isótopo 76 é de:

2. Esta questão pretende exercitar a consulta à tabela

a) 10% b) 20% c) 40% d) 45% e) 50%

periódica. Procure nela e escreva em seu caderno a

o de 1998.

massa atômica dos elementos: lítio, oxigênio, nitro

6. (UFSCarSP) O elemento magnésio, número atômico 12, eir

gênio, cloro, cálcio e ferro.

ocorre na natureza como uma mistura de três isótopos. As massas atômicas desses isótopos, expressas 3. (Vunesp) Na tabela periódica atual, a massa atômica em unidades de massa atômica (u), e suas respectivas

de cada elemento aparece como número não inteiro

abundâncias num dado lote do elemento são forneporque:

cidas na tabela a seguir.

a) há imprecisão nos métodos experimentais empregados.

Número de massa

Massa

% de

b) é a média aritmética das massas atômicas dos

do isótopo

atômica (u)

abundância

elementos superior e inferior da mesma família.

24

23,98504

10

c) é a média aritmética das massas atômicas dos

25

24,98584

10

elementos com igual número de prótons.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

d) é a média ponderada das massas atômicas dos

26

25,98259

80

isótopos naturais do elemento.

odução pr

A massa atômica para este lote de magnésio, expressa

e) é sempre múltipla da massa atômica do hidrogênio.

Repr

em u, é igual a:

Exercício Resolvido

a) 23,98504, exatamente.

b) 24,98584, exatamente.

4. (UFRRJ) Um elemento M apresenta os isótopos 79 M

c) 25,98259, exatamente.

e 81 M. Sabendo que a massa atômica do elemento

d) um valor que está compreendido entre 23,98504 e

M é 79,90 u, determine os percentuais de cada

24,98584.

isótopo do elemento M.

e) um valor que está compreendido entre 24,98584 e

Resolução

25,98259.

Seja x a porcentagem de 79 M e (100 □ x) a porcen

7. (UnirioRJ) A água pesada D2O, utilizada como

tagem de 81 M.

moderador em reatores nucleares, apresenta na sua

Temos:

molécula um isótopo do hidrogênio, o deutério (D),

79 x 1 81(100 2 x)

79,90 5

que contém no seu núcleo um nêutron. A massa

100

molecular da água pesada é:

7.990 5 79 x □ 8.100 □ 81 x

a) 17,0

c) 19,0

e) 21,0

2 x 5 110

b) 18,0

d) 20,0

x 5 55%

8. (UniforCE) Dos seguintes compostos, qual apresenta massa molecular igual a 30?

Assim, há 55% de 79 M e 45% de 81 M

a) C2H6

c) NH3

e) N2O3

b) PH3

d) NO2

285

9. (Ufac) A massa molecular do composto Na2SO4 z 3 H2O é:

c) suas massas podem variar de 52 u a 58 u.

(Dados: H 5 1 u, O 5 16 u, Na 5 23 u e S 5 32 u.)

d) todas apresentam o mesmo número de nêutrons.

a) 142 u.

d) 444 u.

e) apresentam números de nêutrons que podem va

b) 196 u.

e) 668 u.

riar de 42 a 50.

c) 426 u.

11. Qual é a massa de um átomo de ouro que está eletrica

10. (CesgranrioRJ) Admitese que os isótopos 1H, 2H, mente neutro? E de um íon Au□? E de um íon Au3□?

3H; 35C,, 37C,; 16O, 17O, 18O podem formar moléculas

12. Qual é a massa de um átomo de enxofre que está

de ácido clórico. Relativamente a essas moléculas,

eletricamente neutro? E de um íon sulfeto (S2□)?

podemos dizer que:

a) todas apresentam a mesma massa.

13. Determine a massa de um íon nitrato (NO□3) e de um

b) suas massas podem variar de 84 u a 94 u.

íon sulfato (SO2□

4).

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

14. (Vunesp) Na natureza, de cada 5 átomos de boro, IV. Uma molécula de glicose pesa 180 vezes mais que

1 tem massa atômica igual a 10 u e 4 têm massa atô1/12 do átomo de 12C.

mica igual a 11 u. Com base nesses dados, a massa

V. Uma molécula de glicose pesa 15 vezes mais que

o de 1998.

atômica do boro, expressa em u, é igual a:

um átomo de 12C.

eir

a) 10

d) 11

17. (Unifesp) O hidrogênio natural é encontrado na for

b) 10,5

e) 11,5

ma de três isótopos de números de massa 1, 2 e 3,

c) 10,8

respectivamente: 11 H, 21 H e 31 H.

15. (UFMS) Considerando os conceitos de isóbaros, de As tabelas

periódicas trazem o valor 1,008 para a sua

isótonos, de isótopos e as diferenças entre o número

massa atômica, referida ao isótopo 12 do carbono.

de massa e a massa atômica de um átomo, é correto

Utilizando esses dados, responda, para cada uma das

afirmar que

frases abaixo, verdadeira (V) ou falsa (F) com a devida

01) isótopos são átomos de mesmo Z, mas não necesjustificativa.

sariamente do mesmo elemento químico.

(A) O isótopo mais abundante deve ser o 21 H.

02) isóbaros são átomos diferentes dos isótonos, pos

(B) Os comportamentos químicos dos isótopos devem

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

suindo a mesma massa atômica e propriedades

ser diferentes entre si.

químicas e físicas diferentes.

(C) Um átomo 2 H deve pesar 1/12 de um átomo 12

odução pr

1

6C.

Repr

04) a massa atômica de um elemento químico é

18. (UFRGSRS) A "água pesada" é uma espécie de fórconstituída pela centésima parte do somatório mula D

das massas atômicas dos isótopos naturais desse

2O, formada pela combinação entre deutério

e oxigênio. O deutério é um isótopo do hidrogênio

elemento, multiplicadas pelas respectivas porcenque apresenta um próton e um nêutron no núcleo.

tagens de abundância.

A partir dessas informações, considere as afirmações

08) a massa de um átomo é calculada pela soma das

abaixo.

massas dos prótons, nêutrons e elétrons que o

I. A massa molecular da água pesada é aproximada

átomo possui.

mente igual a 20 unidades de massa atômica.

16) o número de massa A não é uma massa, é um

II. Volumes iguais de água pesada e água comum

número inteiro que indica a quantidade de prótons

apresentam massas diferentes.

e nêutrons existentes no núcleo do átomo.

III. A água pesada não apresenta interações molecu

Responda com a soma dos itens corretos.

lares do tipo dipolodipolo.

16. (UFPE) Consultando as massas atômicas na Tabela Dado: Massa atômica do oxigênio 5 16 u.

Periódica, quais das afirmações seguintes são corre

Quais estão corretas?

tas em relação à glicose (C

a) Apenas I.

6H12O6)?

I. Uma molécula de glicose pesa 180 g.

b) Apenas II.

II. Uma molécula de glicose pesa 180 u.

c) Apenas III.

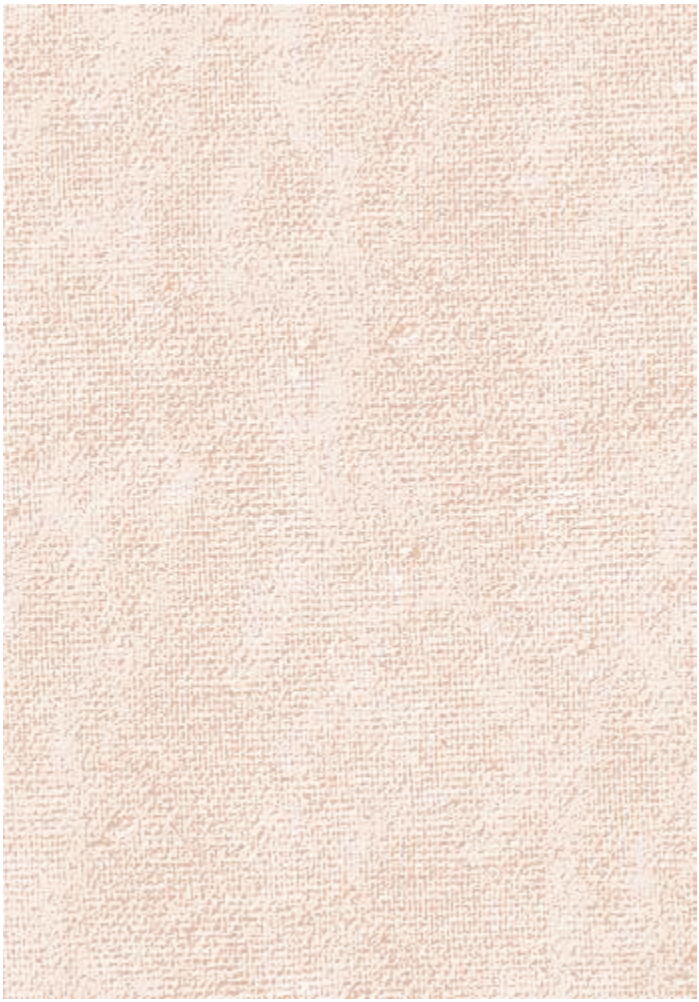
III. Uma molécula de glicose pesa 180 vezes mais que

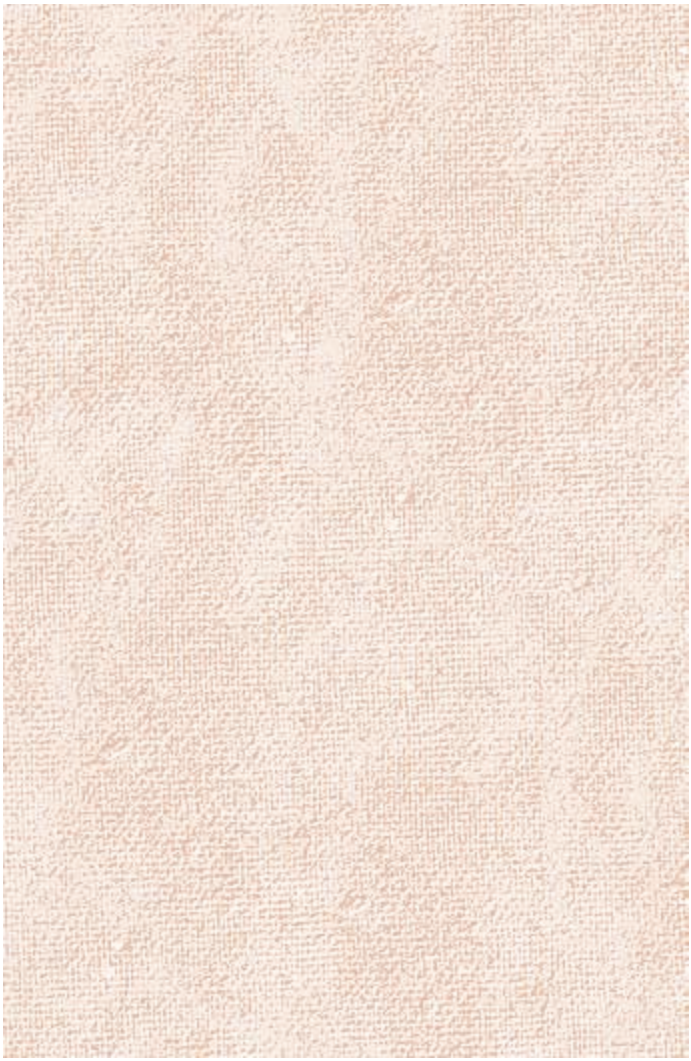
d) Apenas I e II.

um átomo de 12C.

e) I, II e III.

286





Mol

Capítulo 13

4 A grandeza quantidade de matéria

Importância histórica

e a Constante de Avogadro

das massas atômicas

4.1

O estabelecimento da relação

Relacionando u com grama

entre grama e unidade de massa

Qualquer amostra de uma substância contém um número extrema-

atômica deveu-se ao trabalho de

mente grande de entidades da qual a substância é feita. Essa amostra muitos cientistas ao longo das

últimas décadas do século XIX e

está associada a uma determinada massa, expressa em gramas. Torna-se início do século XX.

então necessário um fator de conversão que relacione u (medida de massa para entidades individuais # micro) com

Conhecer essa relação, e tam-

grama (medida de massa para

bém a massa atômica dos elemen-

um grande número de entidades # macro).

tos, foi um passo fundamental

O número 6 ? 1023 (obtido por meio de diferentes experimentos na história da Química porque

envolvendo, por exemplo, gases, cristais, fenômenos radioativos e pro-permitiu utilizar uma balança

cessos de galvanoplastia) é o fator de conversão entre o grama (g), que para "contar" átomos ou, melhor

corresponde ao nível macroscópico, e a unidade de massa atômica (u), dizendo, permitiu empregar

que corresponde ao nível microscópico.

medidas de massa para calcular

a quantidade de átomos de um

1 g 5 6 ? 1023 u

certo elemento presente em uma

Ele será bastante útil para relacionar massas de entidades micros-amostra.

cópicas com massas medidas macroscopicamente.

o de 1998.

Essa é uma das mais impor-

eir

tantes conquistas da Química,

que propicia uma conexão entre

Expressar a quantidade de entidades microscópicas presentes

o mundo microscópico (átomos,

em uma amostra de matéria é muito importante, pois permite

moléculas, íons) e o macros-

comparar amostras, interpretar fenômenos e fazer previsões

cópico (medidas da massa de

acerca desses fenômenos.

amostras). Os desdo bramentos

desse avanço serão estudados

numa feira, os feirantes também têm interesse em trabalhar com um número fi xo de neste e em outros capítulos.

entidades, como a dúzia. Qual será essa quantidade fi xa escolhida pelos químicos?

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5 Quantidade de matéria (n)

odução pr

A tabela abaixo mostra as sete unidades de base do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Repr

gRAnDEZA

unIDADE

SÍMBOLO

Comprimento

metro

m

Massa

quilograma

kg

Tempo

segundo

s

Corrente elétrica

ampère

A

Temperatura

kelvin

K

Intensidade luminosa

candela

Cd

Quantidade de matéria

mol

mol

Dentre as grandezas mencionadas, a Química tem particular interesse na grandeza quantidade de matéria.

Vimos anteriormente que o número 6 ? 1023 será bastante útil para relacionar massas de entidades microscópicas com massas medidas macroscopicamente.

Qual será então a importância da grandeza quantidade de matéria nesse contexto?

na feira é

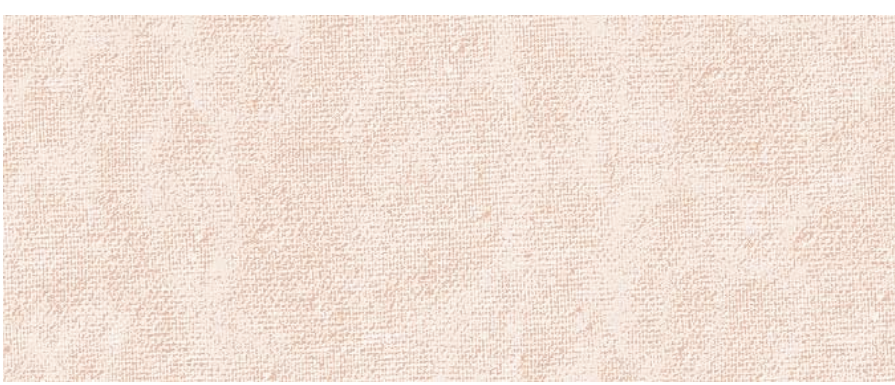
Para que os químicos possam especificar o número de átomos em uma amostra não como costume tra-átomos individuais, mas preferencialmente em termos de "pacotes" contendo um determi-balhar com

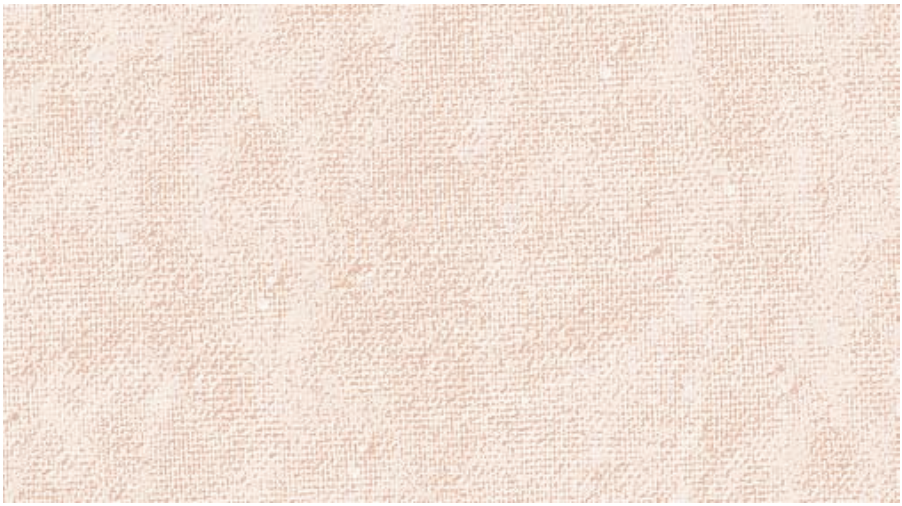
"pacotes", ou

nado número de átomos, foi criada uma grandeza denominada "quantidade de matéria".

seja, a dúzia.

287





Enfim, uma grandeza que possibilita aos químicos trabalharem com um número fixo de entidades!

A unidade SI para a grandeza quantidade de matéria é o mol.

Lembre-se que o quilograma é o padrão da grandeza massa. Já o mol é o padrão da grandeza quantidade de matéria.

A nter ior men-

O mol é definido como "a quantidade de matéria de um sistema que contém te, a gran deza

tantas unidades elementares quantos forem os átomos contidos em 0,012 kg (12 g) quantidade de

matéria era de-

de carbono-12".

nominada nú-

mero de mols.

E quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono-12?

Observe neste exemplo que utiliza o elemento carbono a importância

de relacionar u com g: 1 g 5 6 ? 1023 u

12 g de C é a massa de quantos átomos de carbono?

massa atômica do C 5 12 u (1 átomo)

12 ? g 5 12 ? 6 ? 1023 ? u

(substituímos g por 6 ? 1023 ? u)

12 ? 6 ? 1023 ? u 5 6 ? 1023 ? 12 ? u

6 ? 1023 ? 12 ? u 5 massa de 6 ? 1023 átomos de C

o de 1998.eir

Esta é a massa de um único átomo de carbono

Resposta: 12 g (ou 0,012 kg) correspondem à massa de 6 ? 1023 átomos de C.

Quantidade de matéria é expressa na unidade mol

O mol é definido como "a quantidade de matéria de um sistema que contém 6 ? l023 unidades elementares".

Pela definição, qualquer quantidade de matéria que contenha 6 ? 1023 entidades elementares é 1 mol. Assim, pode-se ter 1 mol de átomos, de moléculas, de íons, de prótons, de elétrons, de outras partículas etc.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O emprego dessa definição de mol tornou obsoletos e colocou em desuso diversos termos, como odução pr

número de mols, número de moléculas-grama, número de átomos-grama (todos substituídos pela Repr

denominação quantidade de matéria).

5.1 O que acontece quando substituímos u por grama?

Considere a massa de um átomo de carbono, de uma molécula de água e de um íon sódio: Massa de um átomo de carbono 5 12 u

Massa de uma molécula de água 5 18 u

Massa de um íon sódio 5 23 u

Vamos manter esses números (12, 18 e 23), mas substituir a unidade de massa atômica (u) pela unidade grama (g).

Deixaremos de ter a massa de um átomo de carbono, de uma molécula de água e de um íon sódio, certo?

Então pense por um momento antes de prosseguir sua leitura:

12 g é a massa de quantos átomos de carbono?

18 g é a massa de quantas moléculas de água?

23 g é a massa de quantos íons sódio?

288

Mol

Capítulo 13

Para responder a essas perguntas, podemos repetir algo semelhante ao

que fizemos na página anterior.

Hélio

Comecemos com os 12 g de carbono. Lembre-se de que 1 g 5 6 z 1023 u.

Hélio

12 z g 5 12 z 6 z 1023 z u

Substituímos g por 6 z 1023 z u

12 z 6 z 1023 z u 5 6 z 1023 z 12 z u

Apenas alteramos a ordem dos fatores

6 z 1023 z 12 z u 5 massa de 6 z 1023 átomos de carbono

Íon cloreto

cO

Esta é a massa de um único átomo de carbono

c

Sal de

e

Íon sódio

s

Concluímos, portanto, que 12 g é a massa de 6

N

z 1023 átomos de carbono.

cozinha

Osldi

Analogamente, no caso de 18 g de água:

: ase

18

z g 5 18 z 6 z 1023 z u

Substituímos g por 6 z 1023 z u

çõ

Hidrogênio

a

Água

rt

18 z 6 z 1023 z u 5 6 z 1023 z 18 z u

Apenas alteramos a ordem dos fatores

s

Oxigênio

ilu

6 z 1023 z 18 z u 5 massa de 6 z 1023 moléculas de água

Esta é a massa de uma única molécula de água

Concluímos, portanto, que 18 g é a massa de 6

z 1023 moléculas de água.

Prata

E, finalmente, considerando 23 g de íons sódio:

Prata

23 z g 5 23 z 6 z 1023 . u

Substituímos g por 6 z 1023 z u

o de 1998.eir

23 z 6 z 1023 z u 5 6 z 1023 z 23 z u

Apenas alteramos a ordem dos fatores

m Para o perfeito entendimento

6 z 1023 z 23 z u 5 massa de 6 z 1023 íons sódio

deste capítulo, convém lembrar,

do capítulo 8, que os átomos de

Esta é a massa de um único íon sódio

gases nobres não têm tendência a se

combinar quimicamente. Já os átomos

Concluímos, portanto, que 23 g é a massa de 6 z 1023 íons sódio.

dos demais elementos tendem a

Para os químicos, existe uma importante generalização decorrente do que unir-se formando substâncias iônicas,

acabamos de mostrar.

moleculares ou metálicas, conforme

o caso. O hélio, A, é um exemplo de

gás nobre. No sal de cozinha, B, há

íons sódio e íons cloreto formando um

Se, partindo da massa de um átomo, uma molécula ou um íon expressa retículo cristalino iônico. Na água, □,

em unidades de massa atômica, substituirmos u por g, mantendo o oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

há átomos de hidrogênio e oxigênio

mesmo número, passaremos a ter não mais a massa de um só átomo, unidos por ligação covalente formando

molécula ou íon, mas sim de 6 . 1023 átomos, moléculas ou íons.

moléculas. E na prata, □, os átomos

odução pr

de prata se unem por ligação metálica,

Repr

formando um retículo cristalino

Vejamos mais alguns exemplos para reforçar essa ideia:

metálico. (Átomos e íons representados

esquematicamente por esferas, fora de

• A massa de um único átomo de alumínio (A,) é 27 u e a massa de proporção e em cores fantasiosas.)

6 z 1023 átomos de alumínio é 27 g.

• A massa de uma única molécula de amônia (NH3) é 17 u e a massa de 6 z 1023 moléculas de amônia é 17 g.

• A massa de um único íon sulfeto (S2–) é 32 u e a massa de 6 z 1023 íons sulfeto é 32 g.

• A massa de um par de íons [Na□][C,–] é 58,5 u e a massa de 6 z 1023

pares de íons [Na□][C,–] é 58,5 g.

5.2 Do nível atômico ao nível macroscópico

Vamos usar como exemplo a substância água, constituída de moléculas H2O. Por exemplo, uma molécula de água, H2O, é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Em nível laboratorial (macroscópico) pode-se trabalhar com 1 mol de moléculas H2O (18 g), que é constituído de 2 mol de átomos de hidrogênio (2 g) e 1 mol de átomos de oxigênio (16 g).

289

Observe a comparação no esquema abaixo:

Oc

ec s

ONsil

Fórmula química

H

d

2O

consiste em

2 H

e

1 O

as:eõ

nível atômico

1 molécula

2 átomos de H

1 átomo de O

çart

(18 u)

2 z (1 u) (16 u)

s

ilu

 6 z 1023

 6 z 1023

 6 z 1023

Amostra em 6 ? 1023 moléculas H2O 2(6 z 1023) átomos de H 6 z

1023 átomos de O

escala de 1 mol de moléculas H2O

2 mol de átomos H

1 mol de átomos O

laboratório

18 g de H2O

2 g de H

16 g de O

(em gramas)

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

19. Calcule o número de átomos presentes nas seguintes amostras:

Resolução

o de 1998.eir

a) 5,4 g de alumínio;

a) Dividindo 252 por 7, chegamos a 36 g como a

b) 197 ? 10□2 g de ouro;

massa média do gole.

c) 9,2 ? 102 g de sódio.

b) Grandezas: Massa Número de moléculas

20. Calcule a quantidade de matéria, expressa em mol, pre

18 g

6 ? 1023 moléculas

⇒

sente em cada um dos casos do exercício anterior.

36 g

x

21. Sabendose que a massa atômica do magnésio é igual a

⇒ x 5 1,2 ? 1024 moléculas

24 u, determine a massa, expressa em gramas, de um

único átomo de magnésio.

22. Um balão infantil foi preenchido com 0,8 g de gás 27. Calcule o número de moléculas presentes nas seguinhélio. No interior desse balão há quantos: tes amostras:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) mols de átomos de hélio?

a) 3,6 g de água (H2O);

odução pr

b) átomos de hélio?

b) 98 ? 10□3 g de ácido sulfúrico (H2SO4);

Repr

23. A palha de aço é constituída essencialmente de

c) 180 ? 102 g de glicose (C6H12O6).

ferro metálico. Num pedaço de palha de aço há

28. Sabendose que a massa molecular da água é igual a 0,15 mol de ferro. Faça uma estimativa da massa

18 u, determine a massa expressa em gramas de uma

dessa amostra.

única molécula H2O.

24. Que massa do metal prata contém a mesma quan

Exercício Resolvido

tidade em mols de átomos que existe em 19,7 g

de ouro?

29. (FurgRS) Qual a quantidade de matéria em átomos de hidrogênio que está presente em um mol do

25. Há mais átomos em 5 g de crômio ou em 15 g

composto benzoato de amônio (NH

de chumbo?

4C7H5O2)?

a) 4 mol

d) 5,4 ? 1024 mol

Exercício Resolvido

b) 5 mol

e) 11 mol

26. Imagine que um copo contenha 252 g de água

c) 9 mol

e esse conteúdo seja bebido por uma pessoa em

Resolução

7 goles.

a) Qual a massa de água ingerida, em média, em

$NH_4C_7H_5O_2$

cada gole, admitindose que todos os goles se

Em um mol do composto há nove

jam “iguais”?

mols de hidrogênio.

b) Quantas moléculas são engolidas em um único

Alternativa c.

gole?

290

Mol

Capítulo 13

30. Dentre as amostras listadas abaixo, determine aquela 36. (UFG-GO) Leia os dados da tabela a seguir.

que possui a maior quantidade de matéria.

Produção anual (tonelada)

a) 7,2 g de água (H2O);

Metal

b) 342 ? 10□3 g de sacarose (C

2001

2002

2003

12H22O11);

c) 4,4 ? 104 g de gás carbônico (CO

Ouro

5.979

5.816

5.893

2).

Nióbio

3.397

3.275

3.308

31. Coloque as amostras do exercício anterior em ordem crescente do número de átomos.

Níquel

22.811

24.111

24.815

32. Indique a quantidade de matéria, expressa em mol, para Revista Economia e desenvolvimento. Goiânia. n. 15,

cada uma das amostras relacionadas no exercício 30.

15 abr. 2004. p. 6. [Adaptado]

Qual a quantidade de matéria, do metal da segunda

33. Um extintor de incêndio destinado a uso em equi-série de transição, produzida em 2003?

pamentos elétricos contém 5.060 g de dióxido de

a) 2,99 □ 107 mol.

d) 3,87 □ 108 mol.

carbono (CO2). Quantos mols de moléculas dessa

b) 3,56 □ 107 mol.

e) 4,21 □ 108 mol.

substância há no extintor?

c) 3,65 □ 107 mol.

34. (Estácio-RJ) Num determinado tratamento de água, 37. (UFRN) Num balão de vidro, com dois litros de

utilizou-se 0,355 mg de cloro (C,2) por litro de água.

capacidade e hermeticamente fechado, encontra-se

O número de moléculas de cloro utilizadas por litro

uma mistura gasosa constituída por hidrogênio (H

foi de:

2),

hélio (He) e oxigênio (O2), na qual existe 0,32 g de

a) 3,01 ? 1018

d) 6,02 ? 1018

cada gás componente, nas condições ambientais

b) 3,01 ? 1019

e) 6,02 ? 1023

de temperatura e pressão. A reação de formação de

o de 1998.

água é iniciada por meio de uma faísca elétrica pro-

eir

c) 3,01 ? 1023

duzida no interior do balão.

35. (Vunesp) No ar poluído de uma cidade, detectou-

Antes de acontecer a reação de síntese da água, as

-se uma concentração de NO

quantidades de matéria dos componentes hidrogênio

2 correspondente a

1,0 □ 10□8 mol/L. Supondo que uma pessoa inale

(H2) e oxigênio (O2) na mistura inicial são, respecti-

3 litros de ar, o número de moléculas de NO

vamente, iguais a

2 por

ela inalada é:

a) 1,0 □ 10□2 e 8,0 □ 10□2 mol.

a) 1,0 □ 108

d) 2,7 □ 1022

b) 8,0 □ 10□2 e 1,6 □ 10□1 mol.

b) 6,0 □ 1015

e) 6,0 □ 1023

c) 1,6 □ 10□1 e 1,0 □ 10□2 mol.

c) 1,8 □ 1016

d) 1,0 □ 10□2 e 1,6 □ 10□2 mol.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

38. (UFPE) A relação entre a quantidade de átomos e uma na outra 3,7 ? 1023 átomos do elemento sódio (Na).

determinada massa da substância é um dos marcos

Sabendo-se que o volume ocupado pelos átomos é o

na História da Química, pois é um dos exemplos que

mesmo nas duas amostras, qual delas possui maior

envolvem grandes números. Considere os sistemas

densidade? Justifique.

abaixo:

I. 100 átomos de chumbo

40. (UEM-PR) Considere uma barra de ouro puro de di-II. 100 mol de hélio

mensões 20 cm □ 5 cm □ 2 cm com o grama de ouro

III. 100 g de chumbo

cotado a R$ 40,00. Uma pessoa gasta R$ 77.200,00 na

IV. 100 g de hélio

compra de uma certa quantidade da barra.

Considerando as seguintes massas atômicas (em

Considerando que a densidade do ouro puro é 19,3 g/cm3,

u) He □ 4 e Pb □ 207, determine a alternativa que

determine a alternativa correta.

representa a ordem crescente de número de átomos

a) A pessoa poderá comprar aproximadamente 9,8 mol

nos sistemas acima:

de ouro.

a) III □ I □ IV □ II

d) I □ IV □ III □ II

b) A pessoa poderá comprar um quinto da barra.

b) III □ II □ I □ IV

e) IV □ III □ II □ I

c) A pessoa poderá comprar um quarto da barra.

c) I □ III □ IV □ II

d) A pessoa poderá comprar aproximadamente 4,9 mol

39. (UFU-MG) Considere duas amostras, sendo que em

de ouro.

uma há 12 ? 1023 átomos do elemento cobre (Cu) e

e) A pessoa poderá comprar um terço da barra.

291

41. (UFMT) O Protocolo de Kyoto tem como meta a

44. (Unifesp) Um trabalho desenvolvido por pesquisado-redução da emissão combinada de poluentes atmos-

res da Unifesp indica que, embora 70% dos fumantes

féricos em 5% em relação aos níveis de 1990, no

desejem parar de fumar, apenas 5% conseguem fazê-

período 2008–2012. Tais poluentes são: CO

-lo por si mesmos, devido à dependência da nicotina.

2; CH4;

hidrofluorcarbonos; perfluorcarbonos e SF

A dependência do cigarro passou a ser vista não somen-

6. Em 2002,

a emissão de CO

te como um vício psicológico, mas como uma depen-

2 pela União Europeia foi cerca de

3,5 bilhões de toneladas, que, em mols, representam

dência física, devendo ser tratada como uma doença:

aproximadamente

“a dependência da nicotina”.

a) 7,9 3 1013

d) 1,2 3 1013

b) 3,5 3 1012

e) 4,4 3 1012

N

c) 4,4 3 1013

CH3

42. (UEM-PR) Uma gota de mercúrio esférica de raio igual N

a 0,5 mm contém, aproximadamente,

Nicotina

(Dados: densidade do mercúrio 5 13.600 kg/m3;

Numa embalagem de cigarros, consta que o pro-

p r 3,14.)

duto contém mais de 4.700 substâncias tóxicas,

a) 6,02 3 1023 átomos de mercúrio.

sendo relacionados o alcatrão, com 6 mg, o mo-

b)

nóxido de carbono, com 8 mg, e a nicotina, com

6,02 3 1021 átomos de mercúrio.

0,65 mg. Os teores dessas substâncias referem-

c) 2,1 3 1019 átomos de mercúrio.

-se à fumaça gerada pela queima de um cigarro.

d) 2,1 3 1019 mol de átomos de mercúrio.

A quantidade em mol de moléculas de nicotina presen-

e) 7,7 3 1023 átomos de mercúrio.

tes na fumaça de um cigarro dessa embalagem é:

43.

a) 4,0

(UFRGS-RS) O número de elétrons existentes em

3 1026

c) 6,0 3 1026

e) 8,0 3 1026

o de 1998.eir

1,0 mol de hélio é aproximadamente igual a

b) 5,0 3 1026

d) 7,0 3 1026

a) 2

d) 12 3 1023

m

Comentário dos autores:

b) 4

e) 24 3 1023

Fórmula molecular da nicotina 5 C

c) 18

10H14N2

6 Constante de Avogadro (NA)

k c

Por menores que sejam, amostras de substâncias são formadas por um nú-o t s ni

mero extremamente grande de entidades. A essas amostras está associada uma t al/l

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

determinada quantidade de matéria. Existe uma relação de propor cio nalidade ps

entre o número de entidades na amostra e sua quantidade de matéria. Dessa forma odução pr

Repr

podemos afirmar que, para qualquer amostra de uma determinada substância, seu número de entidades (N) é diretamente proporcional a sua quantidade de matéria (n), ou seja:

N α n

A constante de proporcionalidade que permite a passagem de quantidade de matéria para número de entidades é conhecida como Constante de Avogadro (NA).

▲ A denominação "Constante

de Avogadro" é uma

homenagem a Amedeo

A Constante de Avogadro (NA) é o número de entidades (N)

Avogadro (1776-1856), cientista

por unidade de quantidade de matéria (n).

italiano que lançou as ideias

básicas que permitiram, com a

evolução histórica da Química,

a determinação dessa constante,

Seu valor pode ser medido experimentalmente e o valor obtido é no início do século XX. Coleção

6,02214 ? 1023 mol21. Ela é frequentemente aproximada para 6 ? 1023, conforme fare-de Edgar Fahs Smith.

mos geralmente neste livro.

Observação:

Conhecendo-se a Constante de Avogadro e as massas atômicas, é possível calcular não apenas o número de átomos em uma amostra, mas também o número de moléculas ou de íons, quando for o caso (substância molecular ou substância iônica).

292

Mol

Capítulo 13

6.1 Constante de Avogadro e quantidade de matéria

A Constante de

Como em Química a quantidade expressa pela Constante de Avogadro (NA) Avo gadro é uma

aparece com muita frequência, podemos dizer que uma quantidade de substância que constante com uni-contenha um número igual à

Constante de Avogadro de partículas unitárias contém dade e não um nú-uma quantidade de matéria de partículas unitárias correspondente a 1 mol.

mero puro. Seu valor

Assim, um mol de entidades corresponde a um número de entidades igual à é igual a

Constante de Avogadro:

6,02214 ? 1023 mol–1.

• Um mol de átomos de carbono são 6 ? 1023 átomos de carbono.

• Um mol de átomos de alumínio são 6 ? 1023 átomos de alumínio.

• Um mol de moléculas de água são 6 ? 1023 moléculas de água.

• Um mol de íons sódio são 6 ? 1023 íons sódio.

• Um mol de elétrons são 6 ? 1023 elétrons.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

o de 1998.eir

45. Quantos átomos de alumínio há em uma panela que (Constante de Avogadro 5 6

contém 810 g desse metal?

? 1023 mol□1)

a) a quantidade em mol de moléculas de C2H3C,

46. Escreva os resultados da questão anterior em palavras b) a

quantidade em mol de átomos de carbono

(mil, milhão, bilhão, trilhão, quatrilhão etc.).

c) o número de átomos de carbono

47. Um anel de “ouro 18 quilates” tem massa total de Resolução

2,627 g; desse total, 1,970 g é ouro, 0,635 g é cobre e

o restante é prata. Determine, nessa joia, qual é:

a) Grandezas: Massa de

Quantidade em

C

a) a massa de prata;

2H3C,

mols de C2H3C,

b) o número de átomos de ouro;

62,5 g

—

1 mol

⇒

c) o número de átomos de cobre;

93,75 g

—

x

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

d) a quantidade de matéria de prata;

V x 5 1,5 mol

e) a quantidade de matéria de ouro;

odução pr

f) a quantidade de matéria de cobre.

Repr

b) Grandezas: Quantidade em Quantidade em

48. Numa obturação dentária, um dentista colocou 10 mg

mols de C2H3C,

mols de C

de mercúrio misturado com pequenas quantidades de

1 mol

—

2 mol

outros metais (estanho, prata etc.). Faça uma avalia

⇒

1,5 mol

—

y

ção de quantos átomos de mercúrio estão presentes

nessa obturação.

V y 5 3 mol

49. Esta questão pretende mostrar que, mesmo nas ba

c) Grandezas: Quantidade em Número de

lanças muito sensíveis, o que se determina ao pesar

mols de C

átomos de C

um objeto macroscópico é a massa de um enorme

conjunto de átomos. Uma balança bastante sensível,

1 mol — 6 ? 1023 átomos

⇒

usada em laboratórios, é capaz de medir massas

3 mol —

z

da ordem de 1,0 ? 10□6 g. Essa massa corresponde,

aproximadamente, à massa de quantos átomos de:

V z 5 1,8 ? 1024 átomos

a) lítio?

b) magnésio?

c) mercúrio?

Exercício Resolvido

51. Aproximadamente quantas vezes um átomo de enxofre é mais pesado que um átomo de oxigênio?

50. (UFVMG) O cloreto de vinila (C2H3C,) é matéria

prima para muitos plásticos (PVC) e fibras. Em

52. Comente a seguinte afirmação, dizendo se concorda 93,75 g de cloreto de vinila, determine:

ou não com ela: "As moléculas são mais pesadas que

os átomos".

293

53. A massa de um bilhão (109) de moléculas de álcool para fazer lavagem "a seco" (lavagem com outros

comum (C2H6O) poderia ser determinada com uma

solventes, que não a água), antes que se confirmasse

balança cuja sensibilidade máxima é para 0,1 mg?

sua toxicidade.

Justifique.

Em laboratórios e indústrias, ainda é muito usado

como solvente. Sua utilização requer cuidados espe

54. A água é a substância presente em maior quantidade ciais para que os vapores não sejam inalados.

em nosso organismo. Num ser humano, cerca de 60%

Considere, para efeito de cálculo, que a densidade

da massa corporal se deve à água. Faça uma estimadesse líquido seja 1,54 g/cm3. Quantas moléculas tiva de quantas moléculas de água tomam parte do

existem em uma embalagem de um litro de tetracorpo de uma pessoa de 60 kg.

cloreto de carbono?

55. O tetracloreto de carbono, CC,4, é um líquido incolor 56. Quantas vezes uma molécula de glicose, C6H12O6, é altamente tóxico, que foi muito usado nas lavanderias

mais pesada que uma molécula de água?

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

57. (EEMSP) De um cilindro contendo 640 mg de gás

O número de moléculas do gás lançado no ar, naquemetano (CH4) foram retiradas 12,04 ? 1020 moléculas le período, foi aproximadamente: (C 5 12, O 5 16,

(massas atômicas: H 5 1; C 5 12; constante de Avoga

NA 5 6,02 □ 1023 mol□1)

o de 1998.

dro 5 6,02 ? 1023).

eir

a) 1030

b) 1026

c) 1023

d) 1027

e) 1024

Quantos mols de CH4 restaram no cilindro?

60. (Vunesp) Como o dióxido de carbono, o metano

58. (UniforCE) A molécula de uma substância A tem exerce também um efeito estufa na atmosfera. Uma

massa igual a 5,0 ? 10□23 g. Determine o valor numédas principais fontes desse gás provém do cultivo rico da massa molecular de A, em unidades de massa

de arroz irrigado por inundação. Segundo a Embraatômica (constante de Avogadro: 6,0 ? 1023).

pa, estimase que esse tipo de cultura, no Brasil,

seja responsável pela emissão de cerca de 288 Gg

59. (CesgranrioRJ) O efeito estufa é um fenômeno de (1 Gg 5 1 □ 109 gramas) de metano por ano.

graves consequências climáticas que se deve a altas

Calcule o número de moléculas de metano corresconcentrações de CO2 no ar. Considere que, num dado pondente.

período, uma indústria "contribuiu" para o efeito

Massas molares, g z mol□1: H 5 1 e C 5 12. Constante

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

estufa, lançando 88 toneladas de CO2 na atmosfera.

de Avogadro 5 6,0 □ 1023 mol□1.

odução pr

Repr

7 Massa molar (M)

Para qualquer amostra de substância, sua massa (m) é diretamente proporcional a sua quantidade de matéria (n), isto é:

m α n ou, então, m 5 M ? n

A constante de proporcionalidade que permite a passagem de quantidade de matéria para massa, conhecida como “massa molar” (M), nada mais é que a massa da substância por unidade de quantidade de matéria.

Assim, m 5 M ? n ou então M 5 m

—

n

Exemplos:

A massa molecular do CO2 é 44,0 u.

Para n 5 1 mol, temos m 5 44,0 g e, portanto:

m (gramas)

44,0 g

M 5

———————

———

V M(CO

n (mol)

5 1 mol

2) 5 44,0 g/mol

Significado: 1 mol de CO2 tem massa de 44,0 g.

294

Mol

Capítulo 13

Massa molar de determinada entidade química é a massa de um mol de unidades dessa entidade química. A massa molar pode se referir a moléculas, átomos, íons, elétrons etc.:

• Para elemento químico — é a massa de um mol de átomos desse elemento.

M(C) 5 1

2 g

/mol; M(A,) 5 27 g/mol

• Para substância molecular — é a massa de um mol de moléculas dessa substância.

M(H2O) 5 1

8 / g

mol; M(NH3) 5 17 g/mol

• Para íon — é a massa de um mol desse íon.

M(Na□) 5 23 g/mol

• Para substância iônica — é a massa de um mol de fórmulas, ou seja, o conjunto de íons que figura na fórmula usada para representar a substância.

M [Na□][C,□] 5 58,5 g/mol; M [Ca2□][F□]2 5 78,1 g/mol

• Para substância metálica — é a massa de um mol de átomos do elemento metálico na forma de substância.

M(A,) 5 27 g/mol

A expressão correta para se referir à massa de uma porção de substância cuja quantidade de matéria é um mol é a massa molar (M).

o de 1998.eir

7.1 De massas atômicas a massas molares

usando a tabela periódica

Como já vimos, na tabela periódica encontram-se os valores das massas atômicas dos elementos. Para converter esses valores na respectiva massa molar basta substituir u (1 entidade) por g ? mol□1 (1 mol de entidades). O esquema abaixo mostra como isso é feito: 6 • 1023

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Ne

K

adilsON seccO

Pb

K

Pb

Ne

39,1

207,2

20,2

ma (K) 5 39,1 u é a massa

ma (Pb) 5 207,2 u é a massa

ma (Ne) 5 20,2 u é a massa

média de 1 átomo de K

média de 1 átomo de Pb

média de 1 átomo de Ne

M(K) 5 39,1 g z mol□1

M(Pb) 5 207,2 g z mol□1

M(Ne) 5 20,2 g z mol□1

39,1 g é a massa de

207,2 g é a massa de

20,2 g é a massa de

6 z 1023 átomos, ou seja,

6 z 1023 átomos, ou seja,

6 z 1023 átomos, ou seja,

de 1 mol

de 1 mol

de 1 mol

295

7.2 Utilidade da Constante de Avogadro (NA)

e da massa molar (M)

Um dos problemas enfrentados por alguns químicos do passado foi a determinação de quantos átomos existem numa certa amostra de matéria.

Com a determinação experimental da Constante de Avogadro (ou, de modo equivalente, da relação numérica entre grama e unidade de massa atômica), esse problema pôde ser resolvido.

Conhecendo-se a Constante de Avogadro e as massas atômicas (ou, alternativamente, as massas molares), é possível calcular não apenas o número de átomos em uma amostra, mas também o número de moléculas ou de íons, quando for o caso (substância molecular ou substância iônica).

Os exercícios a seguir ilustram algumas das inúmeras possibilidades de cálculos viabilizados pelo conhecimento dessas grandezas.

Lembre-se sempre de procurar na tabela periódica os dados de que

necessitar.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

o de 1998.

poderá ser realizada em classe ou em casa.

eir

Resolva em seu caderno

61. Na tabela periódica encontramos a informação de que a é formado pelos íons potássio (K□) e cloreto (C,□).

massa atômica do elemento hélio é 4 u. Numa amostra

Ambos são sólidos brancos. Duas amostras de mesde 4 g desse elemento, quantos átomos estão presentes?

ma massa, uma de cada um desses sais, possuem o

Como se chama essa quantidade de átomos?

mesmo número total de íons? Em caso negativo, qual

62. A massa de uma molécula de gás nitrogênio é 28 u.

apresenta mais íons? Explique como você concluiu.

Quantas moléculas existem numa amostra de 28 g

dessa substância? Como se chama essa quantidade

Exercício Resolvido

de moléculas?

70. O acetileno, C2H2, é um gás usado como combustível 63. A massa de um íon fluoreto, F□, é 19 u. Quantos em maçaricos para soldar metal. Um serralheiro

íons fluoreto tem a massa de 19 g? Como se chama

comprou um bujão de acetileno, no qual há 13 kg

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

essa quantidade de íons?

dessa substância.

odução pr

64. Consulte a tabela periódica e escreva em seu caderno a) Qual é a massa molar do acetileno?

Repr

a massa molar dos seguintes elementos: lítio, oxigê

b) Quantas moléculas do gás o serralheiro comnio, nitrogênio, cloro, cálcio e ferro.

prou?

65. Calcule a massa molar das substâncias moleculares representadas pelas seguintes fórmulas: N

Resolução

2, O2,

O3, H2O, CH4, CO2, SO2, SO3, C,2, H2SO4, HNO3 e

a) Consultando a tabela periódica, temos que a mas

C6H12O6.

sa atômica do carbono é 12 u e a do hidrogênio é

66. Determine a massa molar do íon nitrato (NO□

1 u. Assim, a massa molecular do C

3) e a

2H2 é 26 u, o

massa molar do íon sulfato (SO2□

4).

que implica uma massa molar de 26 g ? mol□1.

67. A massa molar da prata é diferente da massa molar b) Em 26 g de C2H2 (1 mol) há 6,0 ? 1023 moléculas.

do ouro. Duas amostras metálicas de mesma massa,

Assim:

uma de ouro e outra de prata, possuem o mesmo

Massa

Número

número de átomos? Em caso negativo, qual apresenta

em gramas de moléculas

mais átomos? Justifique.

26 g

6,0

? 1023 moléculas

68. A água e o etanol (C2H6O) são ambos líquidos in

1,3

colores. Duas amostras de mesma massa, uma de

? 104 g

x

cada um desses líquidos, possuem o mesmo número

1,3 ? 104 ? 6,0 ? 1023

de moléculas? Em caso negativo, qual apresenta

x 5

26

V

mais moléculas? Por quê?

V x 5 3,0 ? 1026 moléculas

69. O cloreto de sódio (NaC,) é formado pelos íons sódio (Na□) e cloreto (C,□). O cloreto de potássio (KC,)

296

Mol

Capítulo 13

71. O ácido acetilsalicílico é um dos medicamentos mais 72. (UCSRS) Submetida a um tratamento médico,

utilizados em todo o mundo. Sua fórmula molecular

uma pessoa ingeriu um comprimido contendo

é C9H8O4.

45 mg de ácido acetilsalicílico (C9H8O4). Consideran

a) Qual é a massa molecular dessa substância?

do a massa molar do C9H8O4 5 180 g/mol e a Cons

b) Qual é a massa molar dessa substância?

tante de Avogadro 6,0 ? 1023 mol□1, é correto afirmar

c) Quantas moléculas de ácido acetilsalicílico existem que o número

de moléculas da substância ingerida é:

em um comprimido com 540 mg desse produto?

a) 1,5 ? 1020

d) 4,5 ? 1020

d) Qual a quantidade de matéria do ácido acetil

b) 2,4 ? 1023

e) 6,0 ? 1023

salicílico presente no comprimido com 540 mg?

c) 3,4 ? 1023

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

73. (PUCRS) O composto genérico X2Y5 está constituído Ao se tomar meio litro dessa água, o número de íons

por 80% de X e 20% de Y. A massa molar de X é ■

magnésio ingerido é:

vez(es) maior que a massa molar de Y.

a) 30,0 ? 1018

d) 10,2 ? 1019

a) 100

d) 1,6

b) 50,8 ? 1018

e) 11,8 ? 1019

b) 10

e) 0,1

o de 1998.

c) 59,0 ? 1018

eir

c) 4,0

Obs.: Utilize o valor 144 g/mol para a massa molar

74. (UFPI) Considere que a cotação do ouro seja R$ 11,40

de Mg(HCO3)2.

por grama. Que quantidade de átomos de ouro, em

78. (FuvestSP) Para evitar a propagação de doenças mols, pode ser adquirida com R$ 9.000,00?

como cólera, a água para beber é desinfetada pela

(Dado: Massa molar do Au 5 197 g/mol.)

adição de cloro (C,2) à razão mínima de 0,20 mg/kg

a) 2,0

d) 3,4

de água.

b) 2,5

e) 4,0

Para obter essa água clorada, quantas moléculas de

c) 3,0

água são necessárias, aproximadamente, para cada

molécula de cloro?

75. (Unifesp) Um dos possíveis meios de se remover

(Massa molar: C,2 5 71 g/mol, H2O 5 18 g/mol.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

CO2 gasoso da atmosfera, diminuindo assim sua

a) 0,25

d) 4 milhões

contribuição para o "efeito estufa", envolve a fixa

b) 0,4

e) 20 milhões

odução pr

ção do gás por organismos microscópicos presentes

Repr

c) 25 mil

em rios, lagos e, principalmente, oceanos. Dados

publicados em 2003 na revista Química Nova na

79. (CefetSP) Entre as diversas substâncias químicas Escola indicam que o reservatório da hidroelétrica

perigosas utilizadas antigamente como medicamende Promissão, SP, absorve 704 toneladas de CO2

tos, encontrase o sulfato de cádmio — CdSO4 —,

por dia.

que era empregado, sob forma de solução aquosa,

Calcule a quantidade de CO2, expressa em mol/dia,

no tratamento de sífilis e reumatismo. Além de ser

absorvida pelo reservatório.

venenoso e cancerígeno, é cumulativo no organis

(Dado: massa molar do CO2 5 44 g/mol.)

mo. A dose letal 50 em ratos (dose que mata 50%

dos ratos em teste durante determinado período

76. (FuvestSP) A densidade da água a 25 ˚C é 1,0 g/mL.

de observação) é de 3 □ 102 mg por quilograma de

O número aproximado de átomos de hidrogênio conmassa corpórea. Aproximadamente, a quantos íons tidos em uma gota de água, ou volume 0,05 mL, é:

Cd2□ corresponde essa dose?

a) 5

_9 ? 1022

d) 30

—

9 ? 1023

Dados:

b) 15

—

Massa molar do sulfato de cádmio 5 2 ? 102 g ? mol□1;

9 ? 10221

e) 50

—

12 ? 1025

Constante de Avogadro 5 6 ? 1023 mol□1.

c) 30

—

9 ? 1021

a) 3 □ 1020

d) 3 □ 1022

77. (Ufes) Uma água mineral encontrada no mercado

b) 6 □ 1020

e) 9 □ 1022

contém 0,0144 g/L de bicarbonato de magnésio.

c) 9 □ 1020

297

COnTAnDO áTOMOS

O metal de maior ductibilidade e maleabilidade é o ouro. Ele pode ser reduzido a folhas tão finas que correspondem, em espessura, a aproximadamente 300 átomos. Estas folhas são tão finas que podem ser tiNstOcK

parcialmente atravessadas por certos feixes de luz. São comercializadas com o nome "folhas de ouro". Elas ainda retêm a cor e a aparência do ouro. Para se ter uma ideia do quanto o ouro é maleável e dúctil, com 1 g de ouro é possível recobrir uma área de 1 m2 (maleabilidade) ou transformá-lo em um fio de 2 km de comprimento (ductibilidade).

aul duMONtier/aKg/la

Essas "folhas de ouro" fornecem uma considerável proteção decora-jeaN-p

tiva e são muito utilizadas para tornar mais vistosos alguns edifícios

públicos, catedrais e templos, para decorar livros, vitrines, vasos, estátuas etc.

São usadas na área de eletrônica para placas de con tato em chaves m Tente imaginar qual foi a razão de elétricas, relés e conexões. São também utilizadas em computadores Rutherford ter utilizado uma lâmina de ouro e outros dispositivos microe le trônicos em vista de sua excelente con-em sua experiência. Na foto, artesã

dutividade e resistência à corrosão.

aplicando revestimento de ouro em uma

moldura.

As "folhas de ouro", no meio científico, tiveram grande importância ao serem utilizadas por Rutherford em seu famoso experimento.

o de 1998.eir

8 Mol e massa molar na determinação de fórmulas

8.1 Fórmula química e quantidade em mols dos elementos

A fórmula molecular da água, H2O, indica que cada molécula dessa substância é constituída por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, totalizando três átomos.

Em duas moléculas de água há quatro átomos de hidrogênio e dois átomos de oxigênio, num oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

total de seis átomos.

odução pr

Em dez moléculas de água há vinte átomos de hidrogênio e dez átomos de oxigênio, totali-Repr

zando trinta átomos.

Em 6 ? 1023 moléculas de água há 2 ? 6 ? 1023 átomos de hidrogênio e 1 ? 6 ? 1023 átomos de oxigênio, perfazendo um total de 3 ? 6 ? 1023 átomos.

Como já sabemos, a quantidade de 6 ? 1023 entidades corresponde a um mol dessas entidades. Assim, podemos dizer que:

• Em 1 mol de moléculas de H

Um mol

2O há dois mols de átomos de hidrogênio

e um mol de átomos de oxigênio, totalizando três mols de átomos.

de água

Hidrogênio

(18 g)

Analogamente, considerando a fórmula de outras substâncias, podemos Oxigênio

Hidrogênio

adilsON seccO

tirar conclusões análogas, como, por exemplo, as seguintes:

• Em 1 mol de moléculas de álcool comum, C2H6O, há dois mols de átomos de carbono, seis mols de átomos de hidrogênio e um mol de átomos de

▲ Em um mol de água (18 g) há 6 ? 1023

oxigênio, totalizando nove mols de átomos.

moléculas, cada uma formada por dois

átomos de hidrogênio e um de oxigênio.

• Em 1 mol de cloreto de sódio, [Na□][C,□], há um mol de íons sódio, Então há, nesse mol de água, 2 ? 6 ? 1023

Na□, e um mol de íons cloreto, C,□, totalizando dois mols de íons.

átomos de hidrogênio e 6 ? 1023 átomos

de oxigênio. Há, no total, 3 ? 6 ? 1023

• Em 1 mol de fosfato de cálcio, [Ca2□]

3□

3[PO4]2, há três mols de íons

átomos. (Os átomos estão representados

cálcio, Ca2□, e dois mols de íons fosfato, PO3□

esquematicamente por esferas em cores

4 , totalizando cinco mols

fantasiosas.)

de íons.

298

Mol

Capítulo 13

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

80. A fórmula molecular do metano, também conhecido 83. (UFPR) O iodo é um elemento obtido principalmente como gás dos pântanos, é CH4. Em um mol de moléde algas marinhas e deve estar presente na alimenculas de metano, existem quantos mols de átomos: tação humana para reduzir a incidência de doenças

a) de carbono?

como o bócio (vulgarmente conhecido como "papo").

b) de hidrogênio?

O Ministério da Saúde estabelece que cada kg de sal

c) ao todo?

deve conter no mínimo 20 mg e no máximo 60 mg de

iodo. Acerca disso, escolha a alternativa correta.

81. A hidrazina, combustível utilizado em foguetes, é Massas atômicas: I 5 126,9; Na 5 23; C, 5 35,5.

constituída apenas por dois elementos químicos. Em

Números atômicos: I 5 53; Na 5 11; C, 5 17.

um mol dessa substância há dois mols de nitrogênio

a) Para atingir o valor médio dos limites de iodo no

e quatro mols de hidrogênio.

sal, uma empresa deve adicionar 47,25 g de iodeto

a) Qual a fórmula molecular da hidrazina?

de sódio para produzir 1 tonelada de sal de cozi

b) Qual a massa molar da hidrazina?

nha.

c) Da massa molar da hidrazina, quantos gramas se

b) O iodo é um elemento químico pertencente à fadevem ao nitrogênio e quantos ao hidrogênio?

mília dos calcogênios.

c) A distância entre os dois núcleos dos átomos de

82. A vitamina A é uma substância formada por apenas três iodo no I

elementos químicos. Em 0,5 mol de vitamina A, verificou

2 é denominada de raio iônico.

d) Na distribuição eletrônica do iodo, o subnível de

o de 1998.

se a presença de 10 mol de carbono, 15 mol de

eir

hidrogênio e 0,5 mol de oxigênio. Qual é a fórmula

maior energia utilizado é o 4d.

molecular dessa vitamina?

e) O iodo é mais eletronegativo que o cloro.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

84. (UnicampSP) Um artigo publicado no The Agronomy

c) Considere que na aplicação regular de 28 kg/ha

Journal de 2006 trata de um estudo relacionado à finão sobrou nem faltou adubo para as plantas.

xação de nitrogênio por uma planta forrageira que se

Determine, em mol/ha, que quantidade desse aduoibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever desenvolve bem em um solo ácido. Essa planta tem o

bo foi aplicada em excesso na parte que recebeu

crescimento limitado pela baixa fixação de nitrogênio.

112 kg/ha, ao final do primeiro ano de estudo.

odução pr

O objetivo central do trabalho era verificar como uma

Repr

85. (FuvestSP) Um determinado agente antimofo consiste cultura de alfafa, cultivada junto à forrageira citada,

em um pote com tampa perfurada, contendo 80 g de

poderia melhorar o crescimento da forrageira, aumencloreto de cálcio anidro que, ao absorver água, se transtando a fixação de nitrogênio. Relata o artigo que o forma em cloreto de cálcio dihidratado (CaC,2 z 2 H2O).

terreno a ser adubado foi subdividido em cinco partes.

Em uma experiência, o agente foi mantido durante

Cada parte foi adubada com as seguintes quantidades

um mês em ambiente úmido. A cada 5 dias, o pote foi

fixas de nitrato de amônio, a cada vez: 0; 28; 56; 84;

pesado e registrado o ganho de massa:

112 kg/ha. As adubações foram repetidas por 15 vezes

em períodos regulares, iniciandose no começo de 1994

dias

ganho de massa/g

e encerrandose no final de 1996. Para monitorar a

0

0

fixação de nitrogênio, os pesquisadores adicionaram

5

7

uma pequeníssima quantidade conhecida de nitrato

10

15

de amônio marcado (15NH 15

4 NO3) ao nitrato de amônio

15

22

comercial a ser aplicado na plantação.

a) Do ponto de vista da representação química, o que

20

30

significa o sobrescrito 15 junto ao símbolo N?

25

37

b) Suponha duas amostras de mesma massa, uma de

30

45

15NH 15

4 NO3 e a outra de NH4NO3. A quantidade

de nitrogênio (em mol) na amostra de NH

Dados: massas molares

(g/mol)

4NO3

é maior, igual ou menor do que na amostra de

água ……..18

15NH 15

cloreto de cálcio …… 111

4 NO3? Justifique sua resposta.

299

a) Construa o gráfico que representa o ganho de

persiste, pois o sal utilizado ou não foi produzido para

massa versus o número de dias.

consumo humano, ou não apresenta a quantidade

b) Qual o ganho de massa quando todo o cloreto de

mínima de iodo recomendada.

cálcio, contido no pote, tiver se transformado em

A fonte de iodo utilizada na indústria do sal é o iodato

cloreto de cálcio dihidratado? Mostre os cálculos.

de potássio, KIO3, cujo custo é de R$ 20,00/kg.

c) A quantos dias corresponde o ganho de massa

Considerando que o iodo representa aproximadacalculado no item anterior? Indique no gráfico, mente 60% da massa de KIO

utilizando linhas de chamada.

3 e que 1 kg do sal de

cozinha é comercializado ao preço médio de R$ 1,00,

86. (FuvestSP) Alguns problemas de saúde, como bócio a presença da quantidade máxima de iodo permitida

endêmico e retardo mental, são causados pela ingespor lei (60 miligramas de iodo por quilograma de sal) tão de quantidades insuficientes de iodo. Uma marepresenta, no preço, a porcentagem de: neira simples de suprir o organismo desse elemento

a) 0,10%

d) 2,0%

químico é consumir o sal de cozinha que contenha

de 20 a 60 mg de iodo por quilograma do produto.

b) 0,20%

e) 12%

No entanto, em algumas regiões do País, o problema

c) 1,20%

8.2 Porcentagem em massa de um elemento

numa substância

O conhecimento das massas atômicas (e, por consequência, das massas molares) permite estabelecer relação entre a massa de cada um dos elementos o de 1998.eir

presentes em determinada substância, sendo conhecida sua fórmula química.

Imagine que o químico encarregado de uma indústria que obtém cobre a partir de seus minérios tenha a possibilidade de comprar, por um mesmo fabiO cOlOMbiNi

preço por tonelada, o minério calcopirita (CuFeS2) ou o minério calcosita (Cu2S).

(Veja foto do cobre metálico ao lado.)

Qual dos minérios ele deve preferir, do ponto de vista do custo?

A massa molar de CuFeS2 é 183,5 g e, pela fórmula, percebemos que em m Foto de pedaço de cobre metálico

um mol dessa substância há um mol de cobre (63,5 g). Assim:

encontrado na natureza como

substância simples. A obtenção do

Massa Porcentagem

cobre em larga escala é feita a partir

de minérios, nos quais o cobre está

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

183,5 g

100% V x 5 34,6%

combinado com outros elementos.

63,5 g

x

Dois minérios de cobre são citados

odução pr

no texto ao lado. Na foto, pepita com

A massa molar de Cu

cerca de 3 cm de comprimento.

Repr

2S é 159,1 g e, pela fórmula, em um mol dessa subs-

tância há dois mols de cobre (127,0 g, ou seja, duas vezes 63,5 g).

Massa Porcentagem

159,1 g

100% V y 5 79,8%

127,0 g

y

No caso de CuFeS2, apenas 34,6% da massa do minério corresponde a cobre.

Já no caso de Cu2S, 79,8% corresponde a cobre. Assim, optando pela compra de calcosita, Cu2S, o químico escolherá um minério do qual se pode extrair, de cada tonelada, maior quantidade de cobre.

8.3 Fórmula molecular, fórmula mínima

e fórmula porcentual

Quando átomos se unem por ligação covalente, formam entidades denominadas moléculas.

A fórmula molecular indica quais e quantos átomos de cada elemento constituem uma molécula de determinada substância.

300

Mol

Capítulo 13

As moléculas de uma substância também podem ser representadas pela tabela 3

Fórmula molecular

fórmula eletrônica ou pela fórmula estrutural, ambas discutidas no capítulo

e fórmula mínima de

8. Não é hábito empregar a expressão “fórmula molecular” para substâncias

algumas substâncias

iônicas ou metálicas, pois elas não são constituídas por moléculas.

nome da

Fórmula

Fórmula

Os três tipos de substâncias — iônicas, moleculares e metálicas —

substância molecular

mínima

podem ser representados pela fórmula mínima (ou empírica).

Água

H2O

H2O

Peróxido

A fórmula mínima indica a proporção entre o número

de

H2O2

HO

de átomos dos elementos que constituem uma substância.

hidrogênio

Essa proporção é expressa pelo conjunto dos

Glicose

C6H12O6

CH2O

menores números inteiros possíveis.

Ácido

H

sulfúrico

2SO4

H2SO4

A glicose, por exemplo, tem fórmula molecular C6H12O6. A proporção Sacarose

C12H22O11

C12H22O11

entre os números de átomos formadores dessa substância é 6 : 12 : 6. Essa Cloreto de

mesma proporção, expressa por meio dos menores números inteiros pos-

—

NaC,

sódio

síveis, é 1 : 2 : 1. Assim, a fórmula mínima da glicose é CH2O.

Sulfato de

A tabela 3 mostra alguns exemplos de substâncias e suas fórmulas

—

K

potássio

2SO4

mínimas. Note que, em alguns casos, a fórmula mínima coincide com a Ouro

—

Au

fórmula molecular. Note, também, que no caso das substâncias iônicas (cloreto de sódio, sulfato de potássio) e metálicas (ouro, prata) não há fórmula Prata

—

Ag

o de 1998.eir

molecular, pois essas substâncias não são constituídas por moléculas.

Os três tipos de substâncias — iônicas, moleculares e metálicas — também podem ser representados pela fórmula porcentual (ou cen tesimal).

A fórmula porcentual indica os elementos formadores

da substância e suas porcentagens em massa.

No caso da água, por exemplo, um mol de moléculas (18 g) contém dois mols de átomos de hidrogênio (2 g) e um mol de átomos de oxigênio (16 g).

Massa Porcentagem

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

18 g

100%

⇒ x 5 11,1%

12 g

x

odução pr

18 g

100%

Repr

⇒ y 5 88,9%

16 g

y

Fórmula

Assim, a fórmula porcentual da água é H11,1%O88,9%.

molecular

H O

2

No caso da glicose (fórmula molecular C6H12O6), um mol de molécu-C H O

6

12

6

las (180 g) contém seis mols de átomos de carbono (6 ? 12 g 5 72 g), doze mols de átomos de hidrogênio (12 ? 1 g 5 12 g) e seis mols de átomos de oxigênio (6 ? 16 g 5 96 g).

Massa Porcentagem

Fórmula

mínima

180 g

100%

⇒ x 5 40,0%

(ou empírica)

72 g

x

H O

2

180 g

100%

CH O

2

⇒ y 5 6,7%

12 g

y

180 g

100%

⇒ z 5 53,3%

Fórmula

96 g

z

porcentual

(ou centesimal)

Assim, a fórmula porcentual da glicose é C40,0%H6,7%O53,3%.

H

O

11,1%

88,9%

Nas questões a seguir, você poderá perceber que é possível intercon-C

H O

40,0%

6,7%

53,3%

verter esses três tipos de fórmulas.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

87. *O magnésio pode ser obtido, por meios industriais* ***91.*** *O calcário é constituído principalmente por carbonato adequados, a partir do cloreto de magnésio extraído*

de cálcio. Uma amostra de calcário contém, além do

da água do mar.

carbonato de cálcio, impurezas que comprovada

a) *Qual a porcentagem, em massa, de magnésio no*

mente não contêm o elemento cálcio. A fim de decloreto de magnésio (MgC, terminar a pureza dessa amostra, testes laboratoriais

2)?

b) *Qual a massa de magnésio presente em 100 kg*

revelaram que, em 100 g totais, há 36 g do elemento

desse sal?

cálcio.

a) *Qual é a pureza desse calcário (isto é, qual é a*

88. *As indústrias siderúrgicas obtêm aço, que é constituíporcentagem de carbonato de cálcio nele)?*

do predominantemente por ferro, a partir de minérios

b) *Quanto de carbonato de cálcio puro poderia ser*

de ferro, tais como a hematita (Fe2O3) e a magnetita

obtido, no máximo, a partir de 1 t desse calcário?

(Fe3O4).

Em qual desses minérios a porcentagem de ferro é

92. *O ácido fosfórico, aditivo dos refrigerantes tipo maior?*

"cola", é fabricado a partir de uma rocha que contém

fosfato de cálcio, Ca

89. *Fertilizantes devem fornecer alguns elementos quí3(PO4)2, e impurezas isentas de cálcio. Uma rocha desse tipo revelou conter 30% de*

micos necessários aos vegetais, entre os quais está

cálcio. Qual é, aproximadamente, a porcentagem

o nitrogênio. As seguintes substâncias nitrogenadas

de Ca

o de 1998.

3(PO4)2 nessa rocha?

eir

são empregadas como componentes de fertilizantes:

• Ureia, CH4N2O

93. *Em 98 g de ácido sulfúrico, H2SO4, existem quantos:*

• Nitrato de amônio, NH4NO3

a) *mols de átomos de hidrogênio?*

Qual delas apresenta maior quantidade de nitrogênio

b) *mols de átomos de enxofre?*

por grama do composto?

c) *mols de átomos de oxigênio?*

Exercício Resolvido

d) *átomos de hidrogênio?*

e) *átomos de enxofre?*

90. *O dióxido de silício (SiO2), presente na areia, é*

f) *átomos de oxigênio?*

usado como fonte para a obtenção do elemento

silício, usado na indústria eletrônica. Testes reve

94. *Um saleiro contém 117 g de cloreto de sódio. Deterlaram que numa amostra de 100 g de certo tipo de mine quantos cátions sódio e quantos ânions cloreto*

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

areia foram encontrados 42 g de silício. Sabendo

estão presentes nele.

que as impurezas da areia não contêm silício, qual

odução pr

é a pureza da areia, ou seja, qual a porcentagem

95. *A molécula de vitamina C é constituída por seis áto*

Repr

de SiO

mos de carbono, oito de hidrogênio e seis de oxigênio.

2 na areia?

Represente a vitamina C por meio de suas fórmulas

Resolução

molecular e mínima.

Há um mol de silício (28 g) em um mol de SiO2

(60 g).

96. *A quinina é uma substância presente na água tônica Analogamente, há 42 g de silício em uma massa x*

e que, em Medicina, é usada como agente antimaláde SiO

ria. Sua fórmula molecular é C

2.

20H24N2O2. Escreva a

Massa de silício Massa de SiO

fórmula mínima da quinina.

2

28 g

60 g

V

97. *Na estrutura da esmeralda são encontrados quatro x 5 90 g*

42 g

x

elementos químicos, na seguinte proporção:

Esse valor calculado corresponde à massa de SiO

3 mol de berílio : 2 mol de alumínio : 6 mol de silício :

2

em 100 g da amostra. Portanto, a pureza dessa

18 mol de oxigênio

amostra é de 90%.

Represente a esmeralda por meio de sua fórmula

Esquematicamente, temos:

mínima.

Massa total da amostra de areia (100 g)

98. *A vanilina, composto presente em uma determina*

Massa de SiO

da variedade de orquídea, é a substância que tem o

2 na amostra (90 g)

Massa de Si (sob a forma de SiO

aroma natural de baunilha.

2)

adilsON seccO

na amostra (42 g)

A molécula de vanilina é formada por oito átomos de

carbono, oito de hidrogênio e três de oxigênio.

302

Mol

Capítulo 13

É correto afirmar que a fórmula molecular da vae que possui larga aplicação como combustível.

nilina é igual à sua fórmula mínima?

O principal constituinte do gás natural apresenta

75% de carbono e 25% de hidrogênio, em massa.

Determine a fórmula molecular dessa substância,

sabendo que suas fórmulas mínima e molecular são

tiNstOcK

iguais.

y/la

 Foto de

orquídea na qual

106. *Outro importante componente do gás natural*

librar

é encontrada

apresenta 80% de carbono e 20% de hidrogênio,

daN saMs/scieNce phOtO

vanilina.

em massa. A fórmula mole cular dessa substância

A flor tem cerca

de 15 cm de

é o dobro da sua fórmula mínima. Determine sua

diâmetro total.

fórmula molecular.

99. *O etilenoglicol é uma substância altamente tóxica* ***107.*** *Dois óxidos de enxofre têm a seguinte composição presente no fluido usado nos radiadores de autoem massa:*

móveis. Sua fórmula mínima é CH3O e sua massa

Óxido A — 40% de enxofre e 60% de oxigênio

molecular é 62 u. Qual é a fórmula molecular do

Óxido B — 50% de enxofre e 50% de oxigênio

etilenoglicol?

Sabese que, para ambos, a fórmula mínima

100. *A putrescina é uma substância encontrada na carne coincide com a molecular. Determine a fórmula*

em decomposição. Determinouse que sua fórmula

molecular desses óxidos.

empírica é C2H6N. A determinação de sua massa mo

108. *O ciclohexano é uma substância presente no peo de 1998.*

lecular foi feita por um método sem muita precisão

tróleo, formada apenas por carbono e hidrogênio.

eir

e situase na faixa de 86,7 u até 89,7 u. Determine a

Sua fórmula mole cular é igual à sua fórmula mímassa molecular da putrescina.

nima multiplicada por seis. Uma análise revelou a

101. *A nicotina, substância presente no cigarro, é formaproporção de 6 : 1 entre* ***as massas*** *de carbono e de da pelos elementos carbono, hidrogênio e nitrogêhidrogênio no ciclohexano. Determine sua fórmula nio. O estudo de uma amostra de nicotina revelou*

molecular.

a seguinte proporção:

109. *Uma amostra de um composto formado por apenas*

0,25 mol de carbono : 0,35 mol de hidrogênio :

dois elementos químicos revelou a presença de 1,2 g de

0,05 mol de nitrogênio

carbono e 6,4 g de enxofre. Deduza a fórmula mínima

a) *Escreva a fórmula mínima da nicotina.*

dessa substância.

b) *Uma determinação da massa molecular da nioibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever cotina forneceu o valor 162 u. Qual é a fórmula*

110. *A molécula da clorofila tem massa 892 u e é formada molecular dela?*

por 137 átomos de cinco elementos diferentes. Sabese

odução pr

que 6,3% da massa da clorofila se deve a nitrogênio e

Repr

102. *Determine a fórmula porcentual do carbonato de 9,0% a oxigênio.*

cálcio, $CaCO_3$.

Quantos átomos de nitrogênio existem em uma

molécula de clorofila? E de oxigênio?

103. *O aroma característico do vinagre e seu sabor azedo devemse ao ácido acético, cuja fórmula molecular*

111. *A molécula de hemoglobina é muito grande e tem é $C_2H_4O_2$. Determine a fórmula porcentual dessa*

massa 65.000 u. Sabendo que o elemento enxofre

substância.

corresponde a 0,394% da massa de sua molécula,

determine quantos átomos de enxofre há na molécula

104. *A fórmula molecular da glicose é $C_6H_{12}O_6$, a do ácido de hemoglobina.*

acético é $C_2H_4O_2$ e a do formaldeído (que, misturado

com água, é conhecido como formol) é CH_2O.

112. *A alicina, uma das substâncias que dão aroma ca*

a) *Escreva a fórmula mínima de cada um deles.*

racterístico ao alho, tem massa molar 162 g/mol.

b) *Compare a fórmula porcentual da glicose, dedu*

Deduza sua fórmula molecular, sabendo que sua

zida no item 8.3 do texto, com a do ácido acético,

composição em massa é:

que você determinou na questão anterior. Que

44,4% C, 6,2% H, 39,5% S e 9,9% O

conclusão você tira?

113. *A cafeína, estimulante presente no café, tem massa*

c) *Sem fazer nenhum cálculo adicional, preveja a*

molar 194 g/mol. Deduza a fórmula molecular

fórmula porcentual do formaldeído.

dessa substância, sabendo que sua composição em

105. *O gás natural é uma mistura de gases encontrada massa é:*

no subsolo, usualmente com jazidas de petróleo,

49,5% C, 5,2% H, 28,8% N e 16,5% O

303

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

114. *(UFRRJ) Os sais de cobre são conhecidos por*

119. *(UFFRJ)*

apresentarem coloração azul, inclusive sendo

O esmalte dos dentes contém um mineral chamado

utilizados em misturas destinadas a tratamento

hidroxiapatita — Ca5(PO4)3OH. Os ácidos presentes

de água em piscinas. O sulfato cúprico pentana boca, ao reagirem com a hidroxiapatita, provohidratado apresenta uma percentagem de água de cam o desgaste do esmalte, originando as cáries.

aproximadamente

Atualmente, com o objetivo de prevenção contra

a) *23,11%*

d) *36,07%*

as cáries, os dentifrícios apresentam em suas fór

b) *55,34%*

e) *76,22%*

mulas o fluoreto de cálcio. Este é capaz de reagir

com a hidroxiapatita, produzindo a fluorapatita

c) *89,09%*

— Ca5(PO4)3F —, uma substância que adere ao

115. *(UEPB) Qual é o percentual de ferro e de oxigênio, esmalte, dando mais resistência aos ácidos prorespectivamente, de uma amostra de óxido de ferro duzidos, quando as bactérias presentes na boca*

metabolizam os restos de alimentos.

que pesa 0,50 g, sabendose que a sua análise determinou uma composição de 0,35 g de ferro e 0,15 g Com base nas fórmulas mínimas das duas substânde oxigênio?

cias, podese afirmar que o percentual de fósforo

a) *25% e 75%*

d) *70% e 30%*

nos compostos é, aproximadamente:

b) *75% e 25%*

e) *85% e 15%*

a) *0,18%*

c) *6,00%*

e) *74,0%*

c) *30% e 70%*

b) *0,60%*

d) *18,50%*

o de 1998.

116. *(UFMS) Uma certa amostra de um composto puro*

120. *(UEMPR) Sabendo que um composto apresenta*

eir

contém 9,81 g de zinco, 1,80 □ 1023 átomos de cromo

aproximadamente 40,0% de carbono, 6,67% de hidroe 0,60 mol de átomos de oxigênio. Considerando os gênio e 53,33% de oxigênio (porcentagens em massa)

dados fornecidos, é correto afirmar que sua fórmula

e massa molar de 180 g/mol, determine a fórmula

mínima e a fórmula molecular desse composto.

unitária é

a) *ZnCrO*

121. *(FatecSP) Eugenol, o componente ativo do óleo 2*

d) *ZnCr2O4*

b) *ZnCr*

do cravodaíndia, tem massa molar 164 g/mol e

2O

e) *Zn2Cr2O7*

c) *ZnCr*

fórmula empírica C5H6O.

2O7

A porcentagem em massa de carbono no eugenol é,

117. *(Uespi) Um composto de massa molar igual a*

aproximadamente,

92 g/mol apresenta fórmula percentual N

a) *10,0%*

30,43%O69,57%.

Dados:

Sua fórmula molecular é representada por:

b) *36,5%*

massas molares (g/mol):

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) *N2O3*

d) *N2O5*

c) *60,0%*

H …… 1

d) *73,0%*

C …… 12

odução pr

b) *N2O*

e) *N2O4*

O …… 16

Repr

c) *NO*

e) *86,0%*

Dados: Massas atômicas: N 5 14 u; O 5 16 u.

122. *(ITASP) Uma amostra de 1,222 g de cloreto de bário* ***118.*** *(UFPelRS) A nicotina, uma das substâncias presenhidratado (BaC,2 z nH2O) é aquecida até a eliminação tes nos cigarros, é considerada um droga psicoativa,*

total da água de hidratação, resultando em uma massa

responsável pela dependência do fumante. Além

de 1,042 g.

de estimular o sistema nervoso central, a nicotina

Com base nas informações fornecidas e mostrando

altera o ritmo cardíaco e a pressão sanguínea, sendo,

os cálculos efetuados, determine:

a) *o número de mols de cloreto de bário;*

por isso, o tabagismo incluído no Código Internacio

b) *o número de mols de água;*

nal de Doenças (CID10). Na fumaça de um cigarro,

c) *a fórmula molecular do sal hidratado.*

podem existir até 6 mg de nicotina e, através de

pesquisas, descobriuse que cada miligrama dessa

123. *(UFUMG) Um óxido de nitrogênio foi analisado e substância contém aproximadamente 74,1% de C;*

apresentou as seguintes porcentagens em massa:

8,6% de H e 17,2% de N.

25,9% de nitrogênio e 74,1% de oxigênio.

Tendo em vista as informações acima, faça o que

http://www.tabagismoumadoenca.hpg.ig.com.br/

se pede.

fumaca_cigarro.htm (adapt.)

a) *Dê a fórmula empírica deste composto, demons*

Com base no texto e em seus conhecimentos,

trando os cálculos utilizados.

a) *sabendo que a massa molar da nicotina é 162 g/mol,*

b) *O óxido apresentado acima é um óxido molecular*

represente sua fórmula molecular.

ou iônico? Justifique sua resposta.

b) *calcule a massa, em gramas, de 1 molécula de*

c) *Escreva a equação que representa a reação entre*

nicotina.

este óxido e a água.

304

Mol

Capítulo 13

Informe-se sobre a Química

Tentando avaliar a dimensão da Constante de Avogadro

Que a Constante de Avogadro é muito grande não

Após 1 ano (com 365 dias) esse alguém chegaria

resta dúvida. Mas quão grande é esse número?

ao número 31.536.000 (trinta e um milhões, quinhentos

Um mil (1.000) pode ser escrito como (1 ? 103).

e trinta e seis mil), que equivale a 86.400 multiplicado

por 365.

Um milhão (1.000.000) pode ser escrito como

(1 ? 106).

Daqui para a frente, façamos um cálculo por regra

de três para ver em quantos anos o indivíduo contador

Um bilhão (1.000.000.000) pode ser escrito como

chegaria ao fim:

(1 ? 109).

A Constante de Avogadro corresponde a seiscen-

Tempo Número contado

tos sextilhões (600.000.000.000.000.000.000.000) e

1 ano

31.536.000

normalmente seu valor aproximado é escrito como

x

6 ? 1023

6 ? 1023.

Esse resultado equivale a 19.000.000.000.000.000

Para tentar imaginar o quão grande é esse anos, ou seja, 19 quatrilhões de anos. É esse o tempo número, uma maneira é fazer analogias.

que o indivíduo gastaria para contar até 6 ? 1023, se

o intento fosse possível.

Vejamos uma primeira analogia:

o de 1998.eir

Imagine que alguém conseguisse contar um nú-

Vejamos uma segunda analogia:

mero por segundo, sem parar jamais. Quantos anos

Caso fossem espalhadas 6 ? 1023 bolas de gude

seriam gastos para se chegar a esse número?

por toda a superfície da Terra, elas produziriam uma

Arrisque um palpite antes de começar a leitura!

camada recobrindo a Terra de aproximadamente

5 km de espessura.

Bem, 1 hora tem 60 minutos com 60 segundos

cada um, ou seja, 3.600 segundos. Assim, após

Vejamos uma terceira analogia:

1 hora contando, esse alguém chegaria ao número

Caso fossem colocadas em linha reta 6 ? 1023 moe-

3.600 (três mil e seiscentos).

das de 1 centavo, elas circulariam a Terra cerca de

Um dia tem 24 horas. Então, após 1 dia contando

300 trilhões de vezes.

sem parar, esse alguém chegaria ao número 86.400

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A Constante de Avogadro é tão grande que foge da

(oitenta e seis mil e quatrocentos), que equivale a

nossa vivência macroscópica. Assim, falar em mol de

odução pr

3.600 multiplicado por 24.

objetos macroscópicos é algo que beira o absurdo.

Repr

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

01. *Estime o tempo gasto, em anos, para contar*

o número de moléculas de água contidas na

os átomos existentes em uma peça de ouro de

referida piscina em palavras (mil, milhão, bilhão,

massa 1,97 ? 1026 g, considerando que se conta

trilhão etc.).

1 átomo por segundo.

03. *Em grupos, pense em outras analogias que*

02. *Uma piscina contém 106 L de água. Consideran-*

poderiam ser utilizadas em sala de aula para

do a densidade da água igual a 1 g/cm3, escreva

facilitar o entendimento da unidade mol.

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

305

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — mol

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

expressa na unidade

Massa molar

necessária

para calcular

1

contém

Quantidade de

matéria

é um número de

expressa na

Constante de

entidades igual à

1 mol de

unidade

Avogadro

entidades

2

como, por exemplo,

Átomos

Moléculas

Fórmulas

Íons

de

de

de

presentes

em

o de 1998.

Elemento

eir

químico

Substância

Substância

Substância

molecular

iônica

molecular

monotômica

(gases nobres)

Substância

metálica

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cada um

cada uma

cada uma

cada um

tem sua

tem sua

tem sua

tem sua

odução pr

3

4

Massa fórmula

Massa íon

Repr

expressa em

quando o átomo é um isótopo

Unidade de

de um elemento, tem-se a

necessária para

massa atômica (u)

calcular a

expressa em

Fórmula

Massa

Massa

porcentual

se arredondada

atômica

atômica

a partir da

a partir da

para o número

por média

de isótopo

de elemento

inteiro mais próximo,

ponderada

coincide com o

obtém-se a

Fórmula

6

em geral,

molecular

5

indicada na

o que é

7

Adimensional

Inteiro

306

Termoquímica: o calor e os processos químicos

Capítulo 21

O

O comportamento

14

APÍTULC

físico dos gases

kC

toSin

at

/ liS

orb

/ Cdna

orlmtSe

t W

ar

tuS

Os balões de ar quente *c*

tripulados são uma das

muitas interessantes

aplicações dos princípios

científicos que regem o

comportamento físico dos

gases. Namíbia, 2002.

Alguns conteúdos importantes:

Variáveis de estado

Lei de Boyle

Leis de Charles e Gay-Lussac

Escala kelvin de temperatura

Gás real e gás ideal

Princípio de Avogadro

Lei do Gás Ideal

Misturas gasosas: pressão parcial e

volume parcial

Densidade de gases

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha. Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• pressão

• temperatura

• gás

Ar

• absorção de calor

ilustrações: adilsON seccO

• volume

20 ˚C

0 ˚C

100 ˚C

• densidade constante

o de 1998.

Pare e situe-se!

eir

Texto introdutório ao capítulo

Neste capítulo vamos conhecer algumas propriedades do estado gasoso.

O estudo dos gases proporciona excelentes exemplos de aplicação do método científico, ilustrando como a observação das regularidades da natureza por meio de experiências de laboratório conduz às leis e como estas podem, por sua vez, ser explicadas por meio de teorias e de modelos microscópicos.

Você vai conhecer leis que permitem prever o comportamento dos gases diante das mudanças de pressão, de volume e de temperatura.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Entre essas leis está a Lei do Gás Ideal, que, por meio de um curto enunciado matemático, resume a relação entre a pressão, o volume, a temperatura e a quantidade, em odução pr

mols, de uma amostra gasosa.

Repr

Você também conhecerá uma importante ideia desenvolvida pelo italiano Amedeo Avogadro, denominada Princípio de Avogadro, que abriu caminho para grandes progressos na Química e conduziu, entre outras coisas, à possibilidade de determinar a Constante de Avogadro (que, apesar de não ter sido determinada por esse cientista, tem esse nome em homenagem a ele).

Tendo estudado o capítulo, espera-se que você seja capaz de justificar alguns fatos interessantes envolvendo o estado gasoso da matéria, como por exemplo:

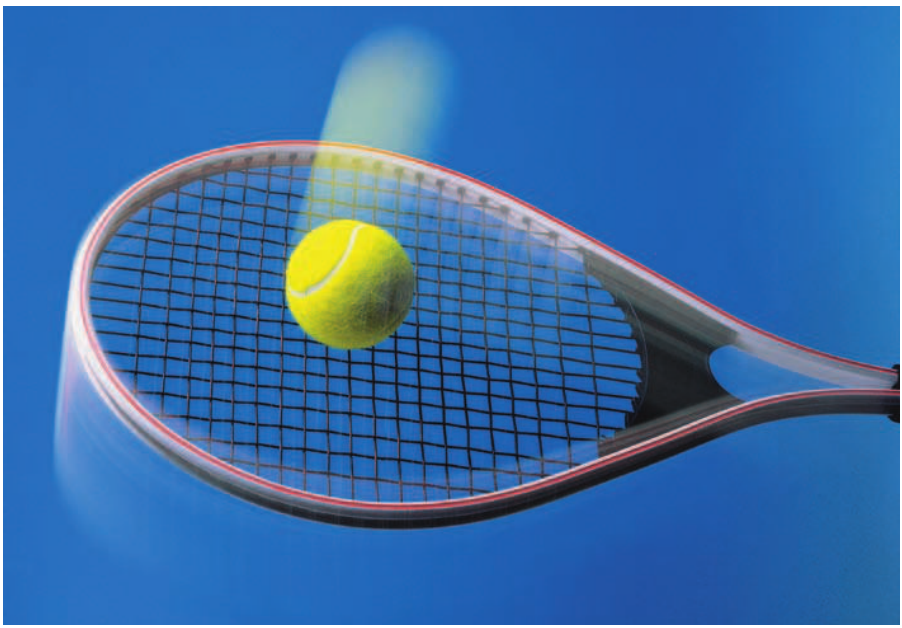
• por que em dias quentes é mais fácil um pneu velho e desgastado estourar do que em dias frios;

• o que mantém um balão no alto, seja ele um balão de ar quente ou um balão preenchido com hélio ou hidrogênio;

• por que a fumaça sobe;

• por que uma bexiga de gás pode estourar com maior facilidade quando sobe na atmosfera.

308



O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

1 Considerações iniciais

1.1 Substâncias gasosas nas condições

ambientes são moleculares

As substâncias podem ser fundamentalmente de três tipos: iônicas,

moleculares ou metálicas, como vimos anteriormente. Nas condições ambientes, as substâncias iônicas e as metálicas (exceto o mercúrio) são sólidas. Porém, entre as substâncias moleculares, encontramos as que são sólidas, as que são líquidas e as que são gasosas nas condições ambientes.

Assim, se uma determinada substância é gasosa nas condições ambien tes, podemos deduzir que ela é formada por moléculas (isso inclui os gases nobres, cujas moléculas são formadas por apenas um átomo).

No estado gasoso, as moléculas encontram-se muito mais separadas umas das outras do que nos estados líquido e sólido. Isso ocorre porque a coesão entre as moléculas no estado gasoso é muito pequena. Essa é a explicação científica para o fato de uma mesma massa de uma substância molecular ocupar um volume muitíssimo maior no estado gasoso do que nos estados líquido e sólido.

o de 1998.eir

MOLÉCuLAS A 350 m/s!

Considere o gás oxigênio, O2, a 25 ˚C e pressão igual à da atmosfera ao nível do mar.

Evidências científicas indicam que a distância média entre as moléculas é aproximadamente quinze vezes o tamanho da molécula. As moléculas movimentam-se com velocidades da ordem de 350 m/s e colidem com outras a cada 10□9 s, em média. Entre duas colisões sucessivas, uma molécula percorre, em linha reta, algo entre cem e mil vezes o seu tamanho.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

. Kaiser/age/KeystOcK/KeystONe

yK t

heNr

m Apenas para comparar, se uma molécula do gás mencionado no texto deste quadro fosse do tamanho de uma bola de tênis com 6,5 cm de diâmetro, estaria em média a 1 m de distância das vizinhas e percorreria de 6,5 m a 65 m antes de colidir com outra.

1.2 A experiência de Torricelli e a unidade de pressão mmHg

Em 1643, o mate má ti co e físi co ita lia no Evangelista Torricelli rea li zou a seguin te experiên cia: encheu um tubo de vidro (com cerca de 1 m de com pri men to) com mer cú rio, tapou sua extre mi da de com o dedo (figura A) e a des ta pou den tro de uma tige la tam bém con ten do mer cú rio. Notou que o mer cú rio come çou a des cer, até se esta bi li zar, como mos tra a figura B, que se refere ao experimento feito em local ***ao nível do mar****.*

O que fez o mer cú rio des cer? A res pos ta é sim ples: foi seu pró prio peso. Por que ele chega a um ponto em que para de des cer? No momen to em que a colu na de mer cú rio se esta bi li-za, atinge-se uma situa ção de equi lí brio entre a pressão decorrente do peso da colu na, que força o mer cú rio a sair do tubo, e a ***pres são atmos fé ri ca****, que o força a entrar, como ilustra a figura □.*

Por meio dessa experiência, Torricelli comprovou que a atmosfera exerce pressão e perce beu que a pres são atmos fé ri ca pode ser medi da por meio da altu ra da colu na de mer cúrio sus ten ta da por ela. Estava cria da a pri mei ra uni da de para medir pres são: a altu ra, em milí me tros, de uma colu na de mer cú rio, sim bo li za da por ***mmHg****. A montagem mostrada na figura □ é conhe ci da como* ***barô me tro de Torricelli****.*

o de 1998.eir

Vácuo

cOce sNOsldi

76 cmHg

Mercúrio

: ase

ou

Pressão

Pressão

ção

760 mmHg

ar

Mercúrio

devida ao

atmosférica

GÁS TÓXIC

TÓXICOO

ts

peso da

ilu

coluna

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• ***AtEnção***

odução pr

Repr

O mercúrio é um metal tóxico e de efeito cumulativo no corpo humano. Seus vapores são facilmente absorvidos pelo organismo, razão pela qual NÃO SE RECOMENDA a realização do experimento de Torricelli.

A figura B mostra que a pressão atmosférica ao nível do mar é 760 mmHg. Se a experiência de Torricelli for repetida no alto de uma montanha, a altura da coluna de mercúrio será menor que 760 mm, o que revela que a pressão atmosférica nesse local é menor que 760 mmHg.

De modo geral, verifica-se que, à medi da que a alti tu de aumen ta, a pres são atmos férica dimi nui, o que é evidenciado pela diminuição da altu ra da colu na de mercúrio no barômetro de Torricelli.

Na verdade, o valor da pressão atmosférica é uma decorrência da quantidade de ar que existe acima da localidade, o que aparece esquematizado no gráfico da página seguinte.

Em home na gem a Torricelli, o mmHg é tam bém sim bo li za do por ***torr****: 1 mmHg 5 1 torr*

310

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

1.3 A unidade de pressão atmosfera

Ao nível do mar, a pres são atmos fé ri ca média é de 760 mmHg. Esse valor serviu de base para a definição de uma outra unidade para expressar pressão, a ***atmos fe ra****, simbolizada por* ***atm****.*

A pressão de uma atmosfera (1 atm) equivale à pressão de 760 mmHg. Assim: 1 atm 5 760 mmHg

Os signifi cados da palavra atmosfera

Você não deve confundir os significados da palavra ***atmosfera****, quando usada em Ciência.*

Essa palavra pode referir-se ao meio gasoso que envolve um certo planeta (por exemplo, a atmosfera terrestre, a atmosfera do planeta Marte etc.), mas também é usada como o nome de uma unidade de pressão.

No alto de uma

montanha, a pressão

TINSTOCK

atmosférica é menor

que na praia

TYN COLBECK/OXFORD

SCIENTIFIC/LA

o de 1998.

MAR

eir

10.000

OLHAR IMAGEM

8.000

Mt. Everest,

FLÁVIO BACELLAR/

na fronteira

do Nepal

Há mais ar sobre

com a China.

a cidade praiana

do que sobre a

TINS/

6.000

montanhosa

Na praia, a pressão

JUCA MAR

OLHAR IMAGEM

atmosférica é

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

maior que no

alto de uma

Altitude (m)

montanha

odução pr

4.000

Repr

La Paz, Bolívia

Y/

2.000

RICARDO AZOUR PULSAR IMAGENS

Campos do Jordão, SP

Rio de Janeiro, RJ

0

0,2

0,4

0,6

0,8

1,0

1,2

cOce sNOsl

Pressão atmosférica (atm)

dia

Fonte: *Gráfi co elaborado a partir de dados de WEINECK, J. Biologia do Esporte. 7. ed. Barueri: Manole, 2005. p. 663.*

1.4 A unidade de pressão pascal

A ***pressão*** *é uma grandeza conceituada em Física como sendo o resultado da divisão da força que atua perpendicularmente a uma superfície dividida pela área dessa superfície. Assim, por exemplo, seus pés exercem uma pressão sobre o solo, que pode ser calculada dividindo-se a força aplicada por seu corpo ao solo pela área de contato entre seus pés e o solo.*

311

e N

No SI (Sistema Internacional de Unidades), a força é expressa em ***newton*** *(N) e O t s y e*

a área é expressa em ***metro quadrado*** *(m2).*

K / y r a r b

Surge, da definição de pressão, a unidade do SI para expressar essa grandeza: i l t r

newton por metro quadrado *(N/m2), que é chamada de* ***pascal*** *e simbolizada por* ***Pa****.*

a NaM

Na prática, é muito usado o quilopascal (kPa), que corresponde a 103 Pa.

egidr

Verifica-se experimentalmente que 1 atm equivale a 101,3 kPa.

be

/th

r

la

u

1 N/m2 5 1 pascal 5 1 Pa

partic

cOleçÃO

1 atm 5 760 mmHg 5 101,3 kPa

m Blaise Pascal (1623-1662),

matemático e cientista

francês, a quem a unidade

de pressão pascal (Pa),

1.5 Variáveis de estado

do Sistema Internacio nal,

homenageia. Óleo sobre tela

A expressão ***estado de um gás*** *designa a situação em que esse gás se encontra, ou de Philippe de Champaigne,*

seja, como ele "está". Especificar o estado de um gás significa dizer qual é o valor: século XVII. Coleção

particular.

• de sua pressão (P);

• de sua temperatura (T);

• de seu volume (V).

o de 1998.eir

Dizemos que P, T e V são ***variáveis de estado****.*

Três unidades relevantes de pressão foram comentadas anteriormente.

Quanto à temperatura, estamos habituados a expressá-la em graus Celsius (símbolo: ˚C). Mais adiante conheceremos uma escala de temperatura mais útil para certos estudos científicos, a escala kelvin.

As unidades de volume mais relevantes (cm3, mL, dm3, L e m3), bem como a maneira de interconvertê-las, foram apresentadas no capítulo 2. Recordando: oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

1 dm3 5 1 L 5 103 mL 5 103 cm3

odução pr

Repr

1 m3 5 103 L

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

3. *A pressão atmosférica no alto do Monte Kilimanjaro, o ponto mais alto da África, a 5.000 m de altitude, é*

1. *Expresse a pressão de 190 mmHg na unidade atm.*

cerca de 0,5 atm. Expresse essa pressão em:

Resolução

a) *kPa;*

c) *torr.*

Em mmHg

Em atm

b) *mmHg;*

760 mmHg

1 atm V

4.

Um balão publicitário, enchido com hélio, tem volume

x 5 0,25 atm

190 mmHg

x

interno de 10 m3. Expresse esse volume em:

a) *L;*

c) *mL;*

2.

b)

O pneu de um automóvel foi calibrado com 1.520 mmHg.

dm3;

d) *cm3.*

Expresse essa pressão em:

5. *O volume interno de um balão de festa é 5 L. Expresse* ***a)*** *atm;*

b) *kPa;*

c) *torr.*

esse volume em mL e em cm3.

312

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

e N O t s y e K / y

COnSIDERAçÕES MATEMáTICAS SOBRE PROPORçãO DIRETA

r a r b il

E PROPORçãO InVERSA

t r a Na

Considere os seguintes pares de dados:

Considere, agora, um outro exemplo:

Megidr

y

x

y

x

be

/th

r

1,5 0,5

12 1

la

u

3 1

6 2

partic

4,5 1,5

4 3

cOleçÃO

6 2

3 4

7,5 2,5

2 6

9

3

1,5

8

Perceba que, se x duplica, y também duplica; se Perceba que, nesse caso, se x duplica, y fica divi-x triplica, o mesmo acontece com *y*; se *x* é dividido dido por 2; se *x* triplica, *y* fica dividido por 3. Quan-por 2, *y* também é. Dizemos que duas grandezas,

do *x* é dividido por 2, *y* fica duplicado. Dizemos que nessas condições, são **grandezas diretamente prox e *y* são grandezas inversamente proporcionais.**

porcionais. Colocando esses valores em um gráfico,

Colocando esses valores em um gráfico, obtemos

obtemos uma reta que passa pela origem, isto é, pelo

uma curva chamada de hipérbole equi látera.

ponto (0, 0).

o de 1998.

y

eir

y

12

9

cOce

cO

Uma hipérbole

sN

ce s

6

6

equilátera

Osl

N

di

Osl

Uma reta que

3

a

dia

3

passa pela origem

0

2

4

6

8

x

0

1

2

3

x

A proporção inversa entre duas grandezas, *x* e

Podemos expressar a proporção direta entre duas

***y*, pode ser expressa matematicamente da seguinte**

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

grandezas, *x* e *y*, do seguinte modo:

forma:

y

odução pr

—

***x* z *y* 5 k ou *y* 5 k**

—

x* 5 k ou *y* 5 k z *x

x

Repr

em que “k” representa um valor numérico constante.

em que “k” representa um valor numérico constante.

2 Transformações envolvendo massa fixa de gás

2.1 Transformações isotérmicas e Lei de Boyle

Considere uma inves ti ga ção uti li zan do um reci pien te fecha do pro vi do de êmbo lo (uma “tampa” bem justa que pode deslizar sem atrito) sobre o qual são colo ca dos objetos de pesos conhecidos.

Mantendo-se cons tan te a tem pe ra tu ra do gás, para cada peso dife ren te colocado sobre o êmbolo é ano tado o res pec ti vo volu me. Verifica-se que, quan to maior for o peso colo ca do, menor será o volu me e maior a pres são lida no manô me tro, conforme ilustram as figuras esquemáticas da página seguinte.

Com os valo res ano ta dos para pres são e volu me pode -se cons truir um grá fi co da pressão do gás em função do volume, como o que aparece na página seguinte.

Repetindo essa experiência com diferentes amostras de diversos gases, mas sempre mantendo a amostra de gás confinada e a temperatura constante, verifica-se que o aspecto do gráfico é o mesmo.

A curva que aparece no grá fi co a seguir é uma hipér bo le equ ilá te ra. Isso evidencia que: Man ten do-se a tem pe ra tu ra cons tan te, a pres são e o volu me de uma amos tra de gás variam d e m odo i nver sa men te p ro por cio nal, f ato c onhe ci do c omo

Lei de Boyle.

P

—

Êmbolo

2

P

P

ext.

2P

P

P

gás

ext.

Amostra de gás

Pext.

2V

confinada no recipiente

P

CO

—

CE

2P V

P

S

V

P

2

N

gás

—

O

2

S

P

LDI

gás

: ASE

ÇÕARTS

o de 1998.

ILU

eir

Pressão

2P

P

P

—

2

V

V

2V

Volume

—

2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Matematicamente pode mos expres sar essa lei da seguin te manei ra: K C O T S NIT odução pr

P V c

onstante ou P V k

A L/Y

Repr

R

em que “k” repre sen ta um valor numé ri co cons tan te.

AR

LIB

Podemos tam bém dizer que:

TOOH PEC

P

IEN

1 V1 P2 V2 Lei de Boyle

SC

em que os índi ces 1 e 2 repre sen tam os esta dos ini cial e final de uma trans for ma ção iso tér mi ca, ou seja, uma trans for ma ção que ocor re a uma tem pe ra tu ra cons tan te.

 Robert Boyle (1627-1691).

(*Isotérmica* vem do grego *iso*, “mesmo”, e *termos*, “calor”.)

Nascido na Irlanda, prestou

apreciável contribuição ao

início da Química como

ciência propriamente dita.

Validade da equação

Sua famosa lei foi publicada

em 1660 e seu livro *The*

A equação matemática P1 V1 P2 V2 expressa uma lei natural, ou seja, a *Sceptical Chymist*, em 1680.

generalização de uma regularidade observada. Essa equação se aplica: A Boyle devemos a distinção

• a substâncias no estado gasoso, cuja quantidade permaneça inalterada; entre composto e elemento

químico, tendo sido ele um

• com T permanecendo constante;

dos primeiros a defi nir reação

• com P na mesma unidade em ambos os membros;

química. Gravura colorizada

de George Vertrec. Biblioteca

• com V na mesma unidade em ambos os membros.

Nacional de Medicina,

Maryland, EUA.

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Vejamos um exemplo de aplicação da ideia que está por trás dessa lei.

É provável que você já tenha visto alguém sol tar um balão de borracha preenchido com hélio, des ses com pra dos em par ques de diver são ou em centros de compras, para vê-lo subir ao ar livre.

Entretanto, ao che gar a uma certa altu ra (mui tas vezes ainda ao nosso alcan ce visual), ele estou ra.

Por que isso ocor re?

Considerando que a tem pe ra tu ra do gás con ti do no balão seja cons tan te duran te a subi da, pode mos apli car a Lei de Boyle. Quanto maior for a alti tu de, menor será a pres são sobre o balão e, con se quen te men te, maior o volu me. Assim, o balão irá inchan do até estou rar.

2.2 Mais uma vez, leis, teorias e modelos.

É o método científi co!

No capítulo 1, comentamos que os cientistas utilizam um método organizado para estudar a natureza: o método científico.

Uma das características desse método é fazer observações criteriosas ao realizar experimentos e, uma vez que tenha sido observada alguma regularidade, enunciá-la por meio de palavras e/ou equações matemáticas.

O irlandês Robert Boyle descobriu, no século XVII, uma regularidade da natureza, que o de 1998.eir

pode ser enunciada com palavras ou com uma equação matemática. O enunciado de uma regularidade natural é uma lei.

Em palavras: Para uma massa fi xa de gás a uma dada temperatura constante, a pressão e o volume são inversamente proporcionais.

Em equação: P ? V 5 constante ou P1 ? V1 5 P2 ? V2

Após enunciar uma lei, os cientistas geralmente tentam explicá-la. Uma proposta de explicação para uma ou mais leis é uma teoria. E quando uma teoria envolve entidades a que não oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

K c

temos acesso direto (por exemplo, as moléculas, que não são visíveis nos microscópios usuais), O t s Ni

então ela se faz acompanhar de um modelo, ou seja, de como imaginamos que seja aquilo a que t

odução pr

a l/y

Repr

não temos acesso direto.

rar

lib

A começar de agora, veremos propostas de explicação para o comportamento dos gases tOOh

associadas a um modelo em nível molecular.

pec

ieN

sc

2.3 Interpretação molecular da pres são de um gás

A pressão de um gás é decorrente das colisões de suas moléculas com a parede do recipiente que contém esse gás.

O movi men to das molé cu las de um gás pode ser com pa ra do ao de bolas de bilhar. Durante uma partida, essas bolas:

• se movem em linha reta;

• coli dem umas com as outras;

• coli dem com as late rais da mesa.

Contudo há uma dife ren ça entre o movi men to das molé cu las de gás e o das bolas de bilhar.

Após algum tempo, as bolas ces sam seu movi men to, e as molé cu las não. Se isso acon te ces se, um pneu murcharia sozi nho algum tempo depois de cali bra do.

315

As bolas de bilhar em movimento estão submetidas ao atrito contra o pano da mesa e contra o ar. Isso faz com que elas, aos poucos, tenham o seu movimento amortecido.

Já as moléculas estão em movimento perpétuo porque não são bolinhas rolando sobre uma superfície (uma superfície é formada por moléculas!) e também não estão submetidas ao atrito contra o ar (entre as moléculas não há nada, ou seja, é espaço vazio, vácuo!).

cOce sNOsldi

: ase

Moléculas

Parede

çõar

de ar presentes

interna

ts

dentro do pneu

do pneu

ilu

(Moléculas representadas esquematicamente

Pneu cheio

por esferas em cor fantasiosa.)

2.4 Interpretação molecular de uma transformação isotérmica
Podemos usar o modelo que acabamos de apresentar para interpretar, do ponto de vista o de 1998.

microscópico, a Lei de Boyle.

eir

Quanto menor for o volu me, maior o núme ro de coli sões das moléculas com as pare des do reci pien te. Assim, a dimi nui ção do volu me acar re ta aumen to na pres são do gás, como esquematizado a seguir.

100 kPa

200 kPa

Quando o

volume se reduz,

as moléculas de

uma amostra gasosa

fi cam confi nadas

cOce

num espaço menor.

sN

Por isso, colidem

Osl

com mais frequência

di

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

: a

com as paredes do

s

Temperatura (T)

e

recipiente, o que

çõ

constante

a

odução pr

acarreta aumento da

1 dm3

rts

Repr

pressão. (Moléculas

0,5 dm3

ilu

representadas

esquematicamente

por esferas em cor

fantasiosa e fora de

proporção.)

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

Com P1 5 0,3 atm, V1 5 2,0 L e P2 5 1,2 atm,

6. Uma amostra de gás nitrogênio está submetida a

temos:

0,3 atm em um recipiente de 2,0 L. Mantendose

P

a temperatura fixa, o volume é alterado até a pres1 z V1 5 P2 z V2

são atingir 1,2 atm. Qual é o volume final?

0,3 atm z 2,0 L 5 1,2 atm z V2 V V2 5 0,5 L

Resolução

Estão satisfeitas as condições para usar a Lei

7. Se uma amostra de gás, submetida a temperatura

de Boyle.

constante, tem o seu volume triplicado, o que acontece

com a pressão?

316

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Exercício Resolvido

11. (PUCSP) Uma amostra de gás oxigênio (O2) a 25 ˚C

está em um recipiente fechado com um êmbolo móvel.

8. (Uece) A figura mostra dois balões interligados

Indique qual dos esquemas abaixo melhor representa

por uma torneira. A interligação tem volume desum processo de expansão isotérmica.

prezível e no balão I a pressão é de 3 atm.

a)

I

II

Oc

ec s

O

ON

2

Vácuo

silda

5 L

7 L

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

Abrindo a torneira e mantendo a temperatura

Situação 1

Situação 2

constante, a pressão final do sistema será de:

b)

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

a) 1,25 atm.

c) 7,20 atm.

b) 0,80 atm.

d) 2,14 atm.

Resolução

Aplicando a Lei de Boyle ao gás oxigênio (1 indica

Situação 1

Situação 2

situação inicial e 2 indica situação final):

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

P1 z V1 5 P2 z V2

Situação 1

Situação 2

c)

O

Situação 1

Situação 2

3 atm z 5 L 5 P

c

2 z 12 L

ec s

ONs

o de 1998.

P2 5 1,25 atm

il

eir

d as:

Alternativa a.

eõç

Situação 1

Situação 2

a

Situação 1

Situação 2

rts

Situação 1

Situação 2

9. Uma amostra de gás oxigênio está num recipiente de ilu

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

5,0 L e sua pressão é 130 kPa. Se, isotermicamente,

d)

essa amostra é comprimida até o volume de 0,5 L,

qual será sua pressão final?

10. A figura mostra uma seringa nova e sem agulha na Situação 1

Situação 2

qual está confinado um pouco de ar. Admitindo que a

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

temperatura permaneça constante, o que se deve fazer

Situação 1

Situação 2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

com o êmbolo para que a pressão interna duplique?

Situação 1

Situação 2

Que lei científica você usou?

e)

odução pr

Repr

Oc

ec s

Situação 1

Situação 2

ONs

Situação 1

Situação 2

ild

Situação 1

Situação 2

a

Situação 1

Situação 2

Situação 1

Situação 2

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

12. (UFRN) Reduzindose à metade a pressão exercida

a) será menor, pois a pressão externa aumenta com

sobre 150 cm3 de ar, o novo volume, à temperatura

a altitude.

constante, será, em cm3:

b) será maior, pois a pressão externa diminui com a

a) 75

c) 300

e) 1.500

altitude.

b) 150

d) 750

c) permanecerá constante, pois a pressão não varia

com a altitude.

13. (UnebBA) Um balãopropaganda cheio de gás hélio, ao nível do mar, ocupa um volume de 250 L.

d) permanecerá constante, pois a temperatura se

Seu volume, após lançamento, numa altitude de

manteve constante.

3.000 m (obs.: admitindose que a temperatura

e) será maior, pois a pressão externa aumenta com

tenha se mantido constante):

a altitude.

317

14. (PUCRS) De acordo com a Lei de Robert Boyle (1660), para proporcionar um aumento na pressão de uma determinada amostra gasosa numa transformação isotérmica, é necessário:

a) aumentar o seu volume.

d) diminuir o seu volume.

b) diminuir a sua massa.

e) aumentar a sua massa.

c) aumentar a sua temperatura.

15. (UnirioRJ) Você brincou de encher, com ar, um balão de gás, na beira da praia, até um volume de 1 L

e o fechou. Em seguida, subiu uma encosta próxima carregando o balão, até uma altitude de 900 m, onde a pressão atmosférica é 10% menor do que a pressão ao nível do mar.

Considerando que a temperatura na praia e na encosta seja a mesma, o volume de ar no balão, em L, após a subida, será de:

a) 0,8

c) 1,0

e) 1,2

b) 0,9

d) 1,1

16. (UFRGSRS) Um mol de gás ideal confinado no recipiente A de volume V1 expande para o recipiente B de volume V2 5 2V1 ao ser aberta a válvula X. Veja o diagrama abaixo.

X

P1

V1

Vácuo

V2

T1

o de 1998.

adilsON seccO

eir

A

B

Se o processo ocorreu isotermicamente, podese afirmar que a pressão final do gás é:

a) P1/2

c) P1(V1 □ V2)/2

e) 3P1

b) 2P1

d) P1/3

17. (UFCCE) O gráfico abaixo ilustra o comportamento referente à variação da pressão, em função do volume, de um gás ideal, à temperatura constante:

2.900

2.600

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2.300

(8; 2.250)

odução pr

2.000

(10; 1.800)

Repr

1.700

1.400

(15; 1.200)

Pressão (mmHg) 1.100

(26; 692,3)

adilsON seccO

800

500

7

9

11 13 15 17 19 21 23 25 27 29

Volume (L)

Analise o gráfico e indique a alternativa correta.

a) Quando o gás é comprimido nestas condições, o produto da pressão pelo volume permanece constante.

b) Ao comprimir o gás a um volume correspondente à metade do volume inicial, a pressão diminuirá por igual fator.

c) Ao diminuir a pressão a um valor correspondente a 1/3 da pressão inicial, o volume diminuirá pelo mesmo fator.

d) O volume da amostra do gás duplicará quando a pressão final for o dobro da pressão inicial.

e) Quando a pressão aumenta por um fator correspondente ao triplo da inicial, a razão P/V será sempre igual à temperatura.

318

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

2.5 Transformações isocóricas

Uma amos tra de gás é confinada em um reci pien te inde for má vel, como o que apa re ce no dese nho abaixo. A meta do experimento é medir a pressão dessa amostra gasosa em diferentes temperaturas. Para tanto, a temperatura da amostra é modificada sucessivas vezes e, em cada nova temperatura, é registrado o valor medido para a pressão.

1,4 1,6

Manômetro,

1,4 1,6

1,4 1,6

1,2

1,8

instrumento que

1,2

1,8

1,2

1,8

mede a pressão

1,0 2,0

do gás

1,0 2,0

1,0 2,0

Recipiente fechado e

rígido garante que o

volume do gás

permaneça constante

cO

Gás

ce s

o de 1998.

N

eir

Osldi

: ase

çõart

0 ˚C

20 ˚C

100 ˚C

s

ilu

Pressão

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Temperatura (˚C)

Os valores de pressão e de temperatura obtidos foram colocados em um gráfico, cujo aspecto está esboçado acima.

O grá fi co se refere a uma trans for ma ção iso có ri ca, isto é,

uma alteração que ocor re a volume cons tan te. *Isocórica* vem do grego *iso*, "mesmo", e *coros*, "volume". Os termos isovolumétrica e isométrica são também usados como sinônimos de isocórica.

O resultado do experimento mostra que, nesse tipo de transformação, um aque ci men to pro vo ca um aumen to de pres são da amostra gasosa, e o res fria men to, uma dimi nui ção de sua pressão. Mais do que isso, o gráfico mostra que a variação da pressão em função da temperatura, expressa em graus Celsius, é linear, ou seja, o gráfico é uma linha reta.

Um pneu velho e des gas ta do, após rodar gran des dis tân cias em um dia quen te, pode estourar. Como pode mos expli car isso?

Ao rodar gran des dis tân cias, o pneu e o ar nele contido sofrem aque ci men to. De acordo com o experimento que acabamos de analisar, isso acar re ta aumen to da pres são inter na. Esse aumen to pode pros se guir até que a pare de do pneu, fragilizada devido ao desgaste, seja rom pi da.

2.6 Interpretação microscópica de uma transformação isocórica

A temperatura é uma grandeza que pode ser medida com um instrumento macroscópico, o termômetro. Os cientistas consideram que a temperatura é uma manifestação da velocidade com que as moléculas de uma determinada substância se movimentam.

Quanto maior a temperatura de uma amostra de substância molecular, maior é a velocidade com que suas moléculas se movimentam. Aquecer essa amostra é transferir mais energia para suas moléculas e, consequentemente, provocar um aumento de velocidade em suas moléculas. E resfriar essa amostra é remover energia dela, fazendo com que suas moléculas se movimentem mais lentamente. A movimentação das moléculas é

conhecida como agitação térmica*.

A temperatura de uma substância molecular expressa o grau de agitação térmica das moléculas dessa substância.

Essa concepção microscópica de temperatura permite explicar o comportamento de um gás numa transformação isocórica. Quanto maior for o aque ci men to, maior será a ener gia intro du-zi da na amos tra de gás e, em con se quên cia, maior a velo ci da de das molé cu las (veja o esquema abaixo). Assim, o aque ci men to faz com que as molé cu las coli dam com maior vio lên cia contra o de 1998.eir

as p are des i nter nas d o r eci pien te, a car re tan do o a umen to d e pr es são.

1,4 1,6

1,4 1,6

1,4 1,6

1,2

1,8

1,2

1,8

1,2

1,8

1,0 2,0

1,0 2,0

1,0 2,0

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

cOce sNO

odução pr

sldi

Repr

: ase

çõarts

ilu

0 ˚C

20 ˚C

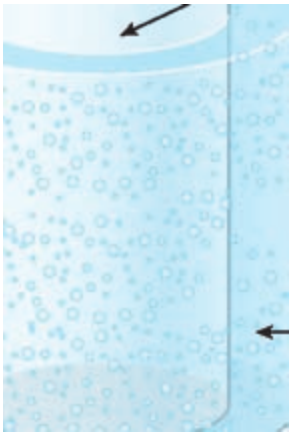
100 ˚C

m O aquecimento aumenta a energia das moléculas. Por isso elas passam a colidir com maior violência contra as paredes do recipiente, aumentando a pressão. (Moléculas representadas esquematicamente por esferas em cor fantasiosa e fora de proporção.)

No caso do exemplo do pneu velho, ele pode estou rar devi do à vio lên cia das coli sões mole cu la res do gás aque ci do com sua pare de inter na.

*** Como os gases são substâncias moleculares, o destaque aqui é dado para a relação entre temperatura e agitação térmica das moléculas. No caso de substâncias iônicas e de substâncias metálicas, a temperatura expressa, respectivamente, o grau de agitação térmica dos íons e dos átomos formadores dessas substâncias.**

320



O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

2.7 Transformações isobáricas

Uma amos tra de gás é confinada em um reci pien te provido de êmbolo, como o que apa re ce no dese nho abaixo. A meta do experimento é medir o volume dessa amostra gasosa em diferentes temperaturas, mantendo-se a pressão constante. A temperatura da amostra é modificada sucessivas vezes e, em cada nova temperatura, é registrado o valor medido para o volume.

Gás

confinado

Gás

confinado

o de 1998.eir

Banho de água

Banho de água

e gelo, a 0 °C

em ebulição,

a 100 °C

Gás

20 °C

confinado

ilustrações: adilsON seccO

Volume

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Temperatura (°C)

Os valores de volume e de temperatura obtidos foram colocados num gráfico, cujo aspecto está esboçado acima.

Na expe riên cia em ques tão, o gás está sofren do uma trans for ma ção iso bá ri ca, ou seja, uma trans for ma ção em que a pres são per ma ne ce cons tan te. (*Isobárica* vem do grego *iso*, "mesmo", e *baros*, "pressão".)

O experimento revela que o aque ci men to pro vo ca a expan são do gás, e o res fria men to, sua con tra ção. A reta cres cen te que apa re ce no grá fi co informa que o volume de uma amostra gasosa, mantida a pressão constante, varia linearmente com a temperatura expressa em graus Celsius.

2.8 Interpretação microscópica de uma transformação isobárica
O aumen to de tem pe ra tu ra aumen ta a velocidade das molé cu las. Se o volu me fosse cons tan te, a pres são aumentaria, como dis cu ti mos há pouco.

Contudo, para que a pressão permaneça constante, o aumen to de volu me faz com que uma molé cu-la, em média, tenha de percorrer uma dis tân cia maior até atin gir as pare des inter nas do reci pien te.

321

Assim, pode mos dizer que, ao aquecer a amostra gasosa, o aumen to da vio lên cia das colisões das molé cu las contra as pare des inter nas do recipiente é com pen sa do pela dimi nui ção da fre quên cia com que essas colisões ocor rem. Dessa forma, a pres são per ma ne ce cons tan te.

Isso está esquematizado na figura abaixo.

200 kPa

200 kPa

O aumento do volume

faz com que as moléculas

percorram um caminho mais

longo até colidir com as

paredes do recipiente. Embora

o aquecimento faça

as moléculas se moverem mais

rapidamente e se chocarem

mais violentamente com

a parede interna, o maior

volume reduz a frequência

adilsON seccO

dessas colisões. Assim, um

2V fator compensa o outro

e a pressão medida

V

permanece constante.

(Moléculas representadas

esquematicamente por esferas

em cor fantasiosa e fora de

T

2T

proporção.)

o de 1998.eir

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

18. Em um dia quente uma pessoa

21. Uma garrafa plástica “vausou um desodorante, fechou a Antes

zia” de 2 L de refrigerante,

embalagem plástica e guardoua

bem fechada com a tampa

no armário do banheiro. Alguns

de rosca, é colocada no

aliestra/cid

dias depois, num dia frio, essa

interior do *freezer* (veja a

pessoa procurou pelo desodofoto ao lado), onde deverá

rante e surpreendeuse ao ver

adilsON seccO

permanecer por 4 horas.

Depois

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

que a embalagem estava mur

A seguir será retirada e

eduardO saNt

cha. Proponha uma explicação

colocada sobre a mesa.

odução pr

para esse fato.

Repr

19. Um balão de borracha foi amarrado na boca de

uma "garrafa vazia", como mostra a figura A. Essa

A garrafa no início c

garrafa foi colocada na água quente e observouse o

da experiência.

que está esquematizado na figura B. Esperouse a

garrafa voltar à temperatura ambiente e, finalmente,

a) Faça uma previsão do que será observado após

gelo foi colocado ao seu redor. Observouse o que

retirar a garrafa do *freezer*.

aparece na figura □.

b) O resultado seria diferente se a garrafa estivesse

□

□

□

sem tampa desde o começo? Explique por quê.

c) Faça essas experiências para verificar suas previsões.

adilsON seccO

22. Certos produtos são comercializados sob a forma de *spray* de aerossol, em embalagens metálicas.

a) A "garrafa vazia" estava realmente vazia?

Nessas embalagens há, geralmente, alguma inscrição

b) Explique o comportamento do balão na figura B.

do tipo:

c) Explique o comportamento do balão na figura □.

Não coloque esta embalagem no fogo ou no incine

20. Durante uma festa infantil, algumas bexigas (balões rador, mesmo depois de terminado o produto.

de borracha) que estavam penduradas próximo a uma

lâmpada acesa estouraram. Proponha uma explicação

Explique a razão desse aviso, deixando claro o risco

para esse fato.

que existe em contrariar a instrução nele expressa.

322

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

ALGO MAIS SOBRE PROPORÇÕES DIRETAS

Considere os gráficos e . Nos dois casos vemos que, quando *x* aumenta, *y* também aumenta. Como em ambas as situações os gráficos são linhas retas, podemos dizer que, tanto em quanto

em □, *y* varia linearmente com *x*.

y

◆

◆

y

y

COCE SNOS

2 *y*

y

LDI

y

Diferente de 2

: ASE

x

x

x

x

ÇÕARTS

ILU

2 *x*

2 *x*

É um caso de

Não é um caso de

proporção direta

proporção direta

o de 1998.eir

**Contudo apenas em podemos dizer que *y* é diretamente proporcional a *x*. Em **

isso não ocorre.

Para entender, basta perceber que no caso do gráfico , quando *x* duplica, *y* também duplica, ao passo que, no caso do gráfico , quando *x* duplica, *y* aumenta mas não chega a duplicar.

Resumindo, um gráfico da grandeza *y* em função da grandeza *x* que corresponda a uma linha reta expressa uma variação linear. Se, além de ser uma linha reta, o gráfico passar pela origem — ponto (0, 0) —, então, além de uma variação linear, o gráfico também expressará um caso de proporção direta.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

2.9 A escala kelvin de temperatura

Repr

Em 1851, o inglês William Thomson, mais tarde possuidor do título de lorde Kelvin, propôs a escala kelvin de temperatura, hoje também conhecida como escala termodinâmica de temperatura (expressa em kelvin, símbolo K). Os valores dessa escala estão relacionados com os da escala Celsius (símbolo °C) por meio do K C O

seguinte enunciado:

T SNITA/LG

Em palavras: A temperatura na escala termodinâmica (em kelvin, K) é igual K/A

ao valor da temperatura em graus Celsius (°C) acrescido de 273.

MU

LBA

Em equação: T t 273

O esquema abaixo compara algumas temperaturas em ambas as escalas.

William Thomson,

273 °C

0 °C

100 °C Escala Celsius

lorde Kelvin (1824-1907).

A temperatura

Fotografi a de 1895. Coleção

0 K

273 K

373 K

Escala kelvin

de zero kelvin

particular.

é considerada o

Sentido crescente de temperatura

limite mínimo

PF da

PE da

ADILSON SECCO

de temperatura

água,

água,

a 1atm

a 1atm

323

2.10 As Leis de Charles e Gay-Lussac

Em 1787, o fran cês Jacques Charles, inte res sa do na cons tru ção de balões de ar quen te, inves ti-Pressão

gou o com por ta men to dos gases quan do sub me ti dos a varia ções de tem pe ra tu ra. Em 1802, outro Não é um caso

fran cês, Gay-Lussac, for ma li zou os resul ta dos de Charles na forma dos grá fi cos das trans for ma-de proporção

ções iso có ri cas e iso bá ri cas que dis cu ti mos há pouco.

direta

A esca la kel vin de tem pe ra tu ra, pro pos ta em 1851, tor nou esses grá fi cos muito mais sim ples.

Compare os grá fi cos A e B refe ren tes a uma trans for ma çã 0 °C

o iso có ri ca.

Temperatura (°C)

◆

◆

0 °C

cOce s

Pressão

Pressão

NOsl

Não é um caso

di

de proporção

É um caso de

: ase

direta

proporção direta

çõarts

0 °C

Temperatura (°C)

0 K 273 K

Temperatura (K)

ilu

Com ⬚

⬚

o você po 0 °C

de perceber, a pressão é diretamente proporcional à temperatura em kel-lume

vins, mas nã Pressão

o à temperatura em graus Celsius. Trata-se d

Vo

e uma regularidade da natureza, que

Não é um caso

pode ser enunciada constituindo-se em uma lei.

É um caso de

de proporção

proporção direta

direta

o de 1998.

Em palavras: A pressão de uma amostra gasosa, mantida a volume constante, é diretamente eir

proporcional à temperatura na escala kelvin.

0 K 273 K

Temperatura (K)

0 °C

Temperatura (°C)

P

P

Em equação:

P

1

5 2

0 °C

lume

T 5 constante ou

T1

lumeT2

Vo

Vo

Não é um caso

Pressão

de proporção

É um caso de

Não é um caso

direta

proporção direta

Validade da equação

de proporção

direta

Essa últim 0 ˚C

a equação s Temperatura (

e aplica:

˚C)

0 K 273 K

Temperatura (K)

• a substâncias no estado gasoso, cuja quantidade perma 0 ˚C

neça inaltera Temperatura

da;

(˚C)

• co ﬀ

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

m V perma 0 ˚C

necendo constante;

ﬀ

lume

ﬀ

0 ˚C

• com P na mesma unidade em ambos os membros;

Vo

odução pr

Pressão

Pressão

• com T na escala kelvin, obrigatoriamente.

Repr

É um caso de

Não é um caso

proporção direta

de proporção

É um caso de

direta

proporção direta

Algo semelhante acon te ce com os grá fi cos rela ti vos à trans for ma ção iso bá ri ca. Comparando 0 K 273 K

Temperatura (K)

os gráficos e , você pode perceber como o volume é diretamente proporcional à temperatura 0 °C

Temperatura (°C)

0 K 273 K

Temperatura (K)

na escala kelvin. Assim, temos outra lei científica.

0 °C

Em palavras: O volume de uma amostra gasosa, manti lumeda a pressão constante, é diretamente Pressão

proporcional à temperatura na escala keVolvin.

Não é um caso

É um caso de

de proporção

proporção direta

V1

V2

direta

Em equação:

V

—

T 5 constante ou

—

T 5

—

1

T2

0 K 273 K

Temperatura (K)

0 ˚C

Temperatura (˚C)

◆

◆

cO

0 ˚C

ce

lume

lume

sN

Vo

Vo

Osl

Não é um caso

di

: a

de proporção

É um caso de

se

direta

proporção direta

çõarts

0 ˚C

Temperatura (˚C)

0 K 273 K

Temperatura (K)

ilu

324 ﷺ

0 ˚C

lumeVo

É um caso de

proporção direta

0 K 273 K

Temperatura (K)

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Validade da equação

Essa última equação se aplica:

• a substâncias no estado gasoso, cuja quantidade permaneça inalterada;

• com P permanecendo constante;

• com V na mesma unidade em ambos os membros;

• com T na escala kelvin, obrigatoriamente.

Ambas as leis que acabamos de mostrar são conhecidas como Leis de Charles e gay-Lussac.

Jacques Alexandre

Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-

Cesar Charles (1746-1823),

-1850), cientista francês, contribuiu

químico francês famoso

para a formação das bases da

por seus experimentos com

Química. Caracterizou o enxofre

is

biNet, versalhes, fraNça

balões, foi o responsável

r

como elemento, foi o primeiro a isolar

laM

pelo segundo voo tripulado

, pa

r

o boro, estudou o comportamento dos

seu

la

u

em 1783. Para gerar o gás

u

gases com relação ao aquecimento e

e-M

tic

N

hidrogênio, com o qual

r

também a participação desses gases

o de 1998.eir

o balão foi enchido, foram

paO

em reações químicas, chegando à

eystO

Ã

y/K

necessários cerca

çe

Lei Volumétrica que recebe seu nome

ra

l

r

O

b

de 230 kg de ácido

c

(essa lei é mostrada no capítulo 15).

li

-

t

K

r

e 460 kg de ferro metálico.

c

Também forneceu contribuições para

a

O

N

(O primeiro voo tripulado

t s

a Física, a Meteorologia e a Fisiologia.

a M

N i

e

t

g

foi realizado por outro

a

Assim como Jacques Charles, era

d i

l /

r

grupo, também em 1783,

g K

adepto do balonismo, tendo atingido,

b e

a

h t /

usando um balão

num voo realizado em 1804, a

N O d u

de ar quente.) Óleo sobre

altitude de 7 km (para colher amostras

a r i g /

tela de Joseph Boze, século

da atmosfera), recorde mantido por

s O r u a l

XIX, Museu Lambinet,

vários anos. Gravura extraída de

Versalhes, França.

“Cem Retratos de Homens Célebres”,

Bruxelas, 1920.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

AS LEIS DOS gASES E A EMBOLIA gASOSA

Repr

Os dados a seguir ajudam a entender como as leis dos gases são importantes para os mergulhadores que usam cilindro de ar comprimido em seus mergulhos.

A densidade da água do mar é, em média, 1,03 g/cm3. Sendo assim, através de cálculos, pode-se demonstrar que a pressão exercida pela coluna de água sobre um mergulhador que se encontra 10 metros abaixo da superfície corresponde a 1 atm. Dessa forma, a pressão exercida sobre o mergulhador nessa profundidade é o dobro da pressão atmosférica. Caso ele se encontre a 20 metros de profundidade, a pressão exercida sobre ele será o triplo da pressão atmosférica, e assim por diante.

Vejamos o que acontece com um mergulhador que se encontra a 10 metros de profundidade e resolve subir rapidamente à superfície sem respirar. Se a 10 metros de profundidade a pressão exercida sobre o mergulhador é duas vezes a da superfície, uma subida rápida faz com que haja uma descom pressão brusca e consequentemente uma expansão do gás no interior dos pulmões, podendo romper as membranas desses órgãos e levá-lo à morte ou provocar uma embolia gasosa.

A embolia consiste no seguinte: o ar expandido no interior dos pulmões é empurrado para o interior dos vasos sanguíneos e capilares, formando bolhas gasosas na corrente sanguínea. Essas

bolhas impedem que o fluxo normal do sangue atinja o cérebro, o que às vezes acarreta perda de consciência do mergulhador.

325

Para que o mergulhador fique curado, é necessário que se faça a recompressão. Nesse caso, ele é colocado em uma câmara fechada e a pressão é gradual mente aumentada, o que faz com que as bolhas presentes no sistema circulatório sejam lentamente reduzidas.

A seguir, a pressão é reduzida muito lentamente (des compressão gradual) até chegar ao valor da pressão atmosférica local.

ANDONI CANELA/AGE/KEYSTOCK/KEYSTONE

Mergulhador nas Ilhas Bay, Honduras.

o de 1998.eir

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

25. Uma massa de nitrogênio gasoso encontra-se a 27 ˚C

e 1,0 atm. Se essa amostra sofrer uma transformação

23. Uma amos tra de gás encon tra-se num reci pien te isocórica até chegar a 177 ˚C, qual será sua pressão

fecha do e inde for má vel, a 73 ˚C e 60 kPa. Se a

final?

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tem pe ra tu ra for ele va da até 77 ˚C, qual será a nova

pres são?

26. Se uma amostra de 12,5 L de gás oxigênio, a 23 ˚C, odução pr

for aquecida até 227 ˚C, mantendo-se sua pressão cons-

Repr

Resolução

tante, qual será o volume final?

O fato de o reci pien te ser “fecha do e inde for má vel”

sig ni fi ca que o volu me per ma ne ce cons tan te, isto 27. Considere uma determinada quantidade de gás car-é, trata-se de uma trans for ma ção iso có ri ca. Assim, bônico confinada em um recipiente de 15 m3, a 1 atm

pode mos usar a expres são:

e 57 ˚C. Se esse gás for inteiramente transferido para

outro recipiente de 20 m3, qual deverá ser a tempe-

P1

—

T P2

—

ratura final (em °C), a fim de que a pressão não se

1

T2

altere?

com P1 □ 60 kPa e com as tem pe ra tu ras na esca la

kelvin:

28. (EEM-SP) De um estado inicial de 4 L, 2 atm e

T

300 K, um gás perfeito é submetido a uma expansão

1 □ □73 □ 273 □ 200 K

isobárica até duplicar seu volume. Em seguida, é

T2 □ 77 □ 273 □ 350 K

comprimido isotermicamente até seu volume origi-

P1

—

nal e, finalmente, a volume constante, é resfriado

T □ P2

__ ⇒ 60 kPa

———

1

T2

200 K □ P2

———

350 K V P2 105 kPa

até sua pressão inicial.

1. Represente as transformações num diagrama *P*

24. Uma amostra de gás, em um recipiente fechado e

em função de *V*.

indeformável, é aquecida até que sua temperatura

2. Calcule a temperatura do gás durante a com-

kelvin triplique. O que se pode afirmar sobre a pres-

pressão isotérmica e a pressão por ele atingida

são final dessa amostra?

ao seu final.

326

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

29. (UEFSBA) O gráfico evidencia a relação pressãovo

32. (Vunesp) Segundo a lei de Charles e GayLussac, lume de uma mesma massa constante de gás e o ciclo

mantendose a pressão constante, o volume ocupado

de transformações representado pela área QSUW.

por um gás aumenta proporcionalmente ao aumento

A temperatura inicial, no ponto Q, é de 600 K.

da temperatura. Considerando a teoria cinética dos

P

gases e tomando como exemplo o gás hidrogênio

(H2), é correto afirmar que este comportamento está

Q

20

relacionado ao aumento:

Oc

a) do tamanho médio de cada átomo de hidrogênio (H),

ec s

devido à expansão de suas camadas eletrônicas.

12

S

ONs

W

il

b) do tamanho médio das moléculas de hidrogênio

da

7,2

U

(H2), pois aumentam as distâncias de ligação.

c) do tamanho médio das moléculas de hidrogênio

12

20

V

(H2), pois aumentam as interações entre elas.

Considerandose essas informações e os conhecimentos

d) do número médio de partículas, devido à quebra das sobre gases, podese afirmar que a temperatura em

ligações entre os átomos de hidrogênio (H2 # 2 H).

a) S é 360 K e a transformação Q # S é isocórica.

e) das distâncias médias entre as moléculas de hi

b) U é 360 K e a transformação Q # S é isotérmica.

drogênio (H2) e das suas velocidades médias.

o de 1998.eir

c) W é 400 K e a transformação U # W é isobárica.

d)

33.

S é 600 K e a transformação W # Q é isotérmica.

(PUCRJ) Um pneu de bicicleta é calibrado a uma

pressão de 4 atm em um dia frio, à tempera tu

e) U é 600 K e a transformação S # U é isobárica.

ra de 7 °C. Supondo que o volume e a quantidade

30. (UFCCE) O gráfico abaixo representa um processo de gás injetada são os mesmos, qual será a pressão

cíclico (ciclo) a que é submetido um gás ideal:

de calibração nos dias em que a temperatura atinge

37 °C?

V (L)

a) 21,1 atm.

d) 760 mmHg.

3

b) 4,4 atm.

e) 2,2 atm.

O

c) 0,9 atm.

c

ec s

ON

34. (UFFRJ) Num recipiente com 12,5 mL de capacioibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever sild

dade, está contida certa amostra gasosa cuja massa

a

odução pr

exercia uma pressão de 685,0 mmHg, à temperatura

1

Repr

2

de 22 ˚C. Quando esse recipiente foi transportado

T (K)

com as mãos, sua temperatura elevouse para 37 ˚C

e a pressão exercida pela massa gasosa passou a ser,

Analiseo. A opção em que aparece a correspondência

aproximadamente:

das etapas numeradas (1 # 2, 2 # 3 e 3 # 1), com

a) 0,24 atm.

d) 1,50 atm.

suas respectivas denominações, é:

b) 0,48 atm.

e) 2,00 atm.

a) Isobárica, Adiabática e Isotérmica.

c) 0,95 atm.

b) Isovolumétrica, Isobárica e Isotérmica.

c) Isovolumétrica, Isotérmica e Isobárica.

35. (UFJFMG) A calibração dos pneus de um automóvel

d) Isotérmica, Isobárica e Isovolumétrica.

deve ser feita periodicamente. Sabese que o pneu

e) Isovolumétrica, Isobárica e Adiabática.

deve ser calibrado a uma pressão de 30 lb/pol2 [libras por polegada ao quadrado] em um dia quente, 31. (UnBDF) Um balão contendo gás oxigênio (O2), mana uma temperatura de 27 ˚C. Supondo que o volume tido à pressão constante, tem volume igual a 10 L,

e o número de mol injetados são os mesmos, qual

a 27 ˚C. Se o volume for dobrado, poderemos afirmar

será a pressão de calibração (em atm) nos dias mais

que:

frios, em que a temperatura atinge 12 ˚C?

a) a temperatura em ˚C dobrará.

Dado: Considere 1 atm r 15 lb/pol2.

b) a temperatura em K dobrará.

a) 1,90 atm.

d) 0,89 atm.

c) a temperatura em K diminuirá à metade.

b) 2,11 atm.

e) 14,3 atm.

d) a temperatura em ˚C diminuirá à metade.

e) a temperatura em K aumentará de 273 K.

c) 4,50 atm.

327

3 Equação geral dos gases

A Lei de Boyle e as Leis de Charles e Gay-Lussac podem ser reu ni das em uma única expressão, c onhe ci da c omo equa ção geral dos gases:

P1 ? V1

———

T

5 P2 ? V2

____

1

T2

Validade da equação

Essa equação se aplica:

• a substâncias no estado gasoso, cuja quantidade permaneça inalterada;

• com P na mesma unidade em ambos os membros;

• com V na mesma unidade em ambos os membros;

• com T na escala kelvin, obrigatoriamente.

Quando uma das três variá veis de esta do — P, V ou T — per ma ne ce cons tan te, essa equa ção se reduz a uma das três expres sões estu da das ante rior men te: o de 1998.eir

T constante

P1 ? V1

____

T

5 P2 ? V2

____ V P1 ? V1 5 P2 ? V2

1

T2

V constante

P1 ? V1

____

P1 ? V1

T

5 P2 ? V2

____

____ 5 P2 ? V2

____ V P1

__ 5 P2

__

1

T2

T1

T2

T1

T2

P constante

P1 ? V1

____

T

5 P2 ? V2

____ V V1

__ 5 V2

—

1

T2

T1

T2

É impor tan te você per ce ber que a equa ção geral não se apli ca ape nas a trans for ma ções iso tér mi cas, iso có ri cas ou iso bá ri cas. Ela pode ser uti li za da sem pre que uma massa fixa de oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

gás esti ver sofren do uma mudan ça em duas ou três de suas variá veis de estado: pressão, volume e temperatura.

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

situação final descrita no enunciado, calculado

36. (F. Ruy BarbosaBA) Um balão meteorológico com

a seguir:

50 L de gás hélio, a 20 °C e ao nível do mar, é

P

P

1 ? V1

2 ? V2

lançado na atmosfera. Ao atingir a estratosfera,

———

T

5

———

1

T2

a pressão desse gás tornase 0,4 atm e a tempe0,4 atm

1 atm ? 50 L

? V

———————

2

———————

ratura □50 °C.

293 K 5

223 K

Determine, em L, a capacidade que o balão deve

ter antes do lançamento.

V2 5 95,1 L

Resolução

Como o gás presente no balão sofre expansão (veja

37. Uma amostra de 1 mol de gás oxigênio ocupa 22,4 L

cálculo a seguir), concluímos que, quando ele é

a 0 ˚C e 1 atm. Empregue a equação geral dos gases

lançado, não está expandido ao máximo de sua

para prever qual será o volume dessa mesma amostra

capacidade. Esse balão deve ter uma capacidade

de gás se estiver submetida a uma temperatura de

que seja, no mínimo, igual ao volume atingido na

273 ˚C e a uma pressão de 0,5 atm.

328

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

38. Uma amostra gasosa tem volume e temperatura kelvin ambien te era de 1,0 atmos fe ra e a tem pe ra tu ra de 27 ˚C.

duplicados. O que se espera que aconteça com sua

Em segui da, essa gar ra fa foi colo ca da ao sol e, após certo pressão?

tempo, a tem pe ra tu ra em seu inte rior subiu para 57 ˚C e a tampa foi arre mes sa da pelo efei to da pres são inter na.

39. Uma amostra de 30 L de gás nitrogênio está a 27 ˚C

a) Qual era a pres são no inte rior da gar ra fa no inse 150 kPa. Qual será o novo volume dessa amostra tan te ime dia ta men te ante rior à expul são da tampa

a 127 ˚C e 300 kPa?

plás ti ca?

40. (UnicampSP) Uma gar ra fa de 1,5 litro, inde for má vel e

b) Qual é a pres são no inte rior da gar ra fa após a saída seca, foi fecha da com uma tampa plás ti ca. A pres são

da tam pa? Justifique.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

41. (UFSC) Suponha que 57 litros de um gás ideal a 27 °C e

3. existe vácuo no interior da lata.

1,00 atmosfera sejam simultaneamente aquecidos e com

4. ao aquecermos a lata, a pressão no seu interior

primidos até que a temperatura seja 127 °C e a pressão,

não varia.

2,00 atmosferas. Qual o volume final, em litros?

5. ao aquecermos a lata e pressionarmos sua válvula,

42. (UFPE) Uma certa quantidade de gás ideal ocupa

gases sairão novamente dela.

30 litros à pressão de 2 atm e à temperatura de 300 K.

Quais são as afirmações verdadeiras? E as falsas?

o de 1998.

Que volume passará a ocupar se a temperatura e a

eir

pressão tiverem seus valores dobrados?

44. (FUERN) No alto de uma montanha, o termômetro

marca 15 °C e o barômetro, 600 mmHg. Ao pé da

43. (UFPE) Uma lata de um "spray" qualquer foi utilizada
montanha, a temperatura é de 25 °C, e a pressão

até não mais liberar seu conteúdo. Neste momento,

é 760 mmHg. A relação entre os volumes ocupados

podemos dizer:

pela mesma massa de gás no alto da montanha e no

1. a pressão de gases no interior da lata é zero.

pé da montanha é:

2. a pressão de gases no interior da lata é igual à

a) 2,1

c) 12

e) 1,2

pressão atmosférica.

b) 1,5

d) 2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

RESPIRAçãO E LEI DE BOyLE

Quando estamos em repouso, inspiramos e expiramos cerca de doze vezes por minuto.

odução pr

Repr

Ao inspirarmos, o volume da cavidade torácica aumenta, expandindo o volume de nossos pulmões. Isso faz com que a pressão do ar dentro dos pulmões diminua. Como a pressão do ar externo é agora maior que a interna, há fluxo de ar para dentro dos pulmões.

O inverso ocorre quando expiramos: o volume torácico diminui, o que aumenta a pressão do ar nos pulmões. O ar está agora a uma pressão maior do que no exterior e, então, há fluxo de ar para fora.

Fonte: SISKA, P. *University Chemistry*. Upper Sadde River: Pearson International Edition, 2006. (Tradução dos autores.) ALgunS DADOS EXPERIMEnTAIS

Analise os seguintes dados experimentais:

gases

2 g de H2

(1 mol) a 0 ˚C e 1 atm ocupam um volume de 22,4 L

28 g de N2

(1 mol) a 0 ˚C e 1 atm ocupam um volume de 22,4 L

32 g de O2

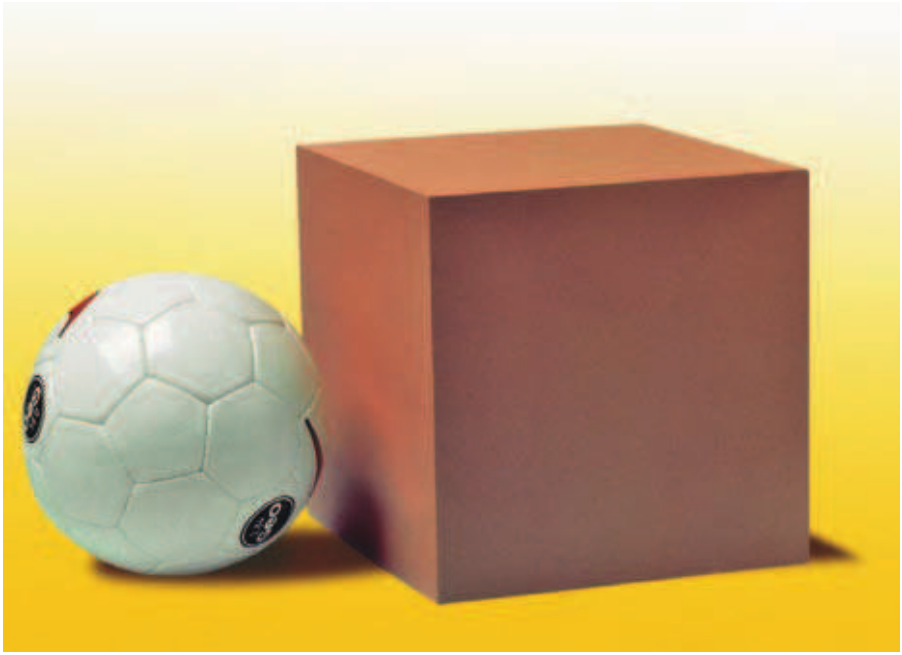
(1 mol) a 0 ˚C e 1 atm ocupam um volume de 22,4 L

48 g de O3

(1 mol) a 0 ˚C e 1 atm ocupam um volume de 22,4 L

64 g de SO2

(1 mol) a 0 ˚C e 1 atm ocupam um volume de 22,4 L



Líquidos

18 g de H2O

(1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,018 L

76 g de CS2

(1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,060 L

160 g de Br2

(1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,052 L

Sólidos

12 g de C (diam.) (1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,003 L

12 g de C (graf.)

(1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,005 L

254 g de I2

(1 mol) a 0 °C e 1 atm ocupam um volume de 0,051 L

Dois mol de qualquer uma dessas substâncias, a 0 °C e 1 atm, ocupam o dobro do volume apresentado. Três mol ocupam o triplo, e assim por diante.

4 Volume molar dos gases

Como vimos anteriormente, os químicos utilizam o mol para expressar a grandeza quantidade de matéria. Define-se 1 mol como o conjunto de 6 1023 unidades.

Assim como usamos os termos *massa molar* para designar a *massa de 1 mol*, vamos utilizar a o de 1998.eir

expressão volume molar para nos referir ao volume ocupado por 1 mol de uma determinada substância. Observe a seguinte definição:

CNTP, TPN ou CN são siglas utilizadas para designar as condições normais de temperatura e pressão, 0 °C (273 K) e 1 atm (760 mmHg).

Pelos dados experimentais mostrados anteriormente no quadro *Alguns dados experimentais*, notamos que:

Quando 1 mol de um gás se encontra nas CNTP, ele ocupa um volume de 22,4 L. Isso oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

independe do gás (desprezando os desvios da idealidade). Notamos também que líquidos e sólidos não apresentam a mesma regularidade.

odução pr

Repr

A outras temperaturas e pressões, o volume molar dos gases assume outros valores, mas continua sendo o mesmo para todos os gases. Alguns desses valores aparecem na tabela 1.

tabela 1

Volume molar dos gases

a 1 atm e em algumas

temperaturas selecionadas

aliestra/cid

Volume

Temperatura (°C)

(L)

eduardo sant

0

22,4

10

23,2

15

23,6

20

24,0

25

24,5

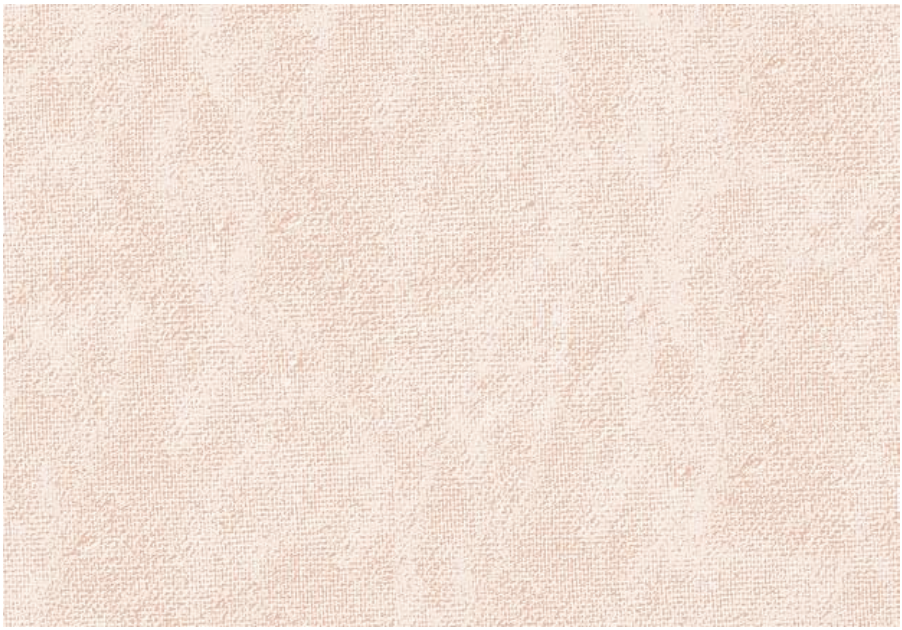
m O volume deste cubo (ao lado de uma bola de futebol

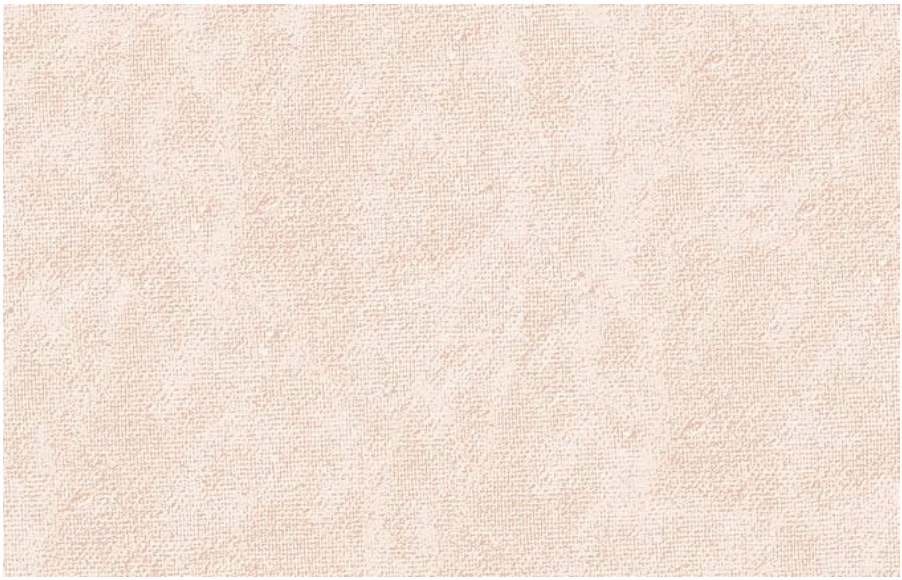
30

24,9

apenas para comparação) é de 22,4 litros.

330





O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

5 O Princípio de Avogadro

O italiano Amedeo Avogadro estudou Direito e praticou a profissão por alguns anos.

Em 1800, abandonou a advocacia e passou a se dedicar à Ciência. Em 1811, ele sugeriu pela primeira vez a hipótese que leva o seu nome, a Hipótese de Avogadro, também chamada Princípio de Avogadro:

Volumes iguais de dois gases quaisquer, nas mesmas condições de pressão e temperatura, contêm igual número de moléculas.

A partir dessa hipótese, Avogadro foi capaz de:

• mostrar que a fórmula da água é H2O e não HO, como pensava Dalton;

• distinguir entre átomos e moléculas (aliás, alguns historiadores atribuem a Avogadro a introdução da palavra *molécula* para designar conjuntos de átomos unidos; outros atribuem essa introdução a Gay-Lussac);

• distinguir entre massa atômica e massa molecular.

A comunidade científica só aceitou a Hipótese de Avogadro alguns anos após a sua morte, quando outro italiano, Stanislao Cannizzaro (1826-1910), a defendeu vigorosamente num congresso internacional na Alemanha, em 1860.

Na evolução histórica da Química, a Hipótese de Avogadro conduziu ao moderno conceito o de 1998.eir

de mol. A Constante de Avogadro, que expressa quantas entidades há em um mol, tem esse nome em homenagem ao cientista cujo trabalho abriu caminho para muitos progressos na Química, até mesmo para as tentativas de determinar tal número.

Uma das primeiras determinações confiáveis da Constante de Avogadro foi feita, nas primeiras décadas do século XX, pelo francês Jean Baptiste Perrin (1870-1942). Por suas contribuições à Ciência, Perrin recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1926.

Graças a Perrin e a muitos outros cientistas, hoje sabemos que a

“hipótese” admitida por Avogadro pode ser comprovada. No entanto, como ela foi usada por Avogadro como conjectura a partir da qual fez deduções importantes, o nome “hipótese” ainda é empregado por razões históricas.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Compare as propriedades de três amostras gasosas nas CnTP

odução pr

Repr

22,4 L

22,4 L

22,4 L

cOce s

(Átomos

NOs

representados

ldi

esquematicamente

: as

por esferas em cores

e

çõ

fantasiosas e fora de

art

proporção.)

s

ilu

He

N

O

2

2

n 5 1 mol

n 5 1 mol

n 5 1 mol

P 5 1 atm

P 5 1 atm

P 5 1 atm

T 5 0 ºC (273 K)

T 5 0 ºC (273 K)

T 5 0 ºC (273 K)

V 5 22,4 L

V 5 22,4 L

V 5 22,4 L

Número de moléculas 5 6 z 1023

Número de moléculas 5 6 z 1023

Número de moléculas 5 6 z 1023

Massa 5 4,0 g

Massa 5 28,0 g

Massa 5 32,0 g

331

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

e temperatura, o volume molar dos gases é 16 L,

determine:

45. Qual é o volume ocupado por 0,75 mol de gás ni

a) a quantidade em mols de hidrogênio dentro do

trogênio nas condições normais de temperatura e

balão;

pressão (CNTP)?

b) a massa de hidrogênio dentro do balão.

Resolução

51. A 25 °C e 1 atm, o volume molar dos gases é 24,5 L.

A uma certa pressão e a uma certa temperatura,

Nessas condições de pressão e temperatura, qual será

o volume de uma amostra gasosa é diretamente

o volume ocupado por 64 g de gás ozônio, O

proporcional à quantidade de gás. Assim, pode3?

mos resolver por uma regra de três:

52. Um balão infantil contém 5 L de gás hélio, He, em
Quantidade de gás Volume (nas CNTP)

condições de pressão e temperatura tais que o volume molar dos gases é 20 L. Faça uma estimativa: 1 mol

22,4 L V *x* 5 16,8 L

a) da massa de gás hélio que há dentro do balão;

0,75 mol

x

b) do número de átomos de hélio que há dentro do balão.

***Observação*: Lembrese de que o hélio é formado**

Exercício Resolvido

por moléculas monoatômicas (isto é, com um

46.

só átomo) e de que a Constante de Avogadro é

Qual é o volume ocupado por 21 g de gás nitro6

gênio nas condições normais de temperatura e

z 1023 mol□1.

o de 1998.eir

pressão (CNTP)?

53. Em um laboratório, uma substância gasosa foi iso

Resolução

lada e purificada. Verificouse, experimentalmente,

que 70 g dessa substância ocupam 56 L nas CNTP

Vamos resolver por uma regra de três. Para fazer

e que a fórmula mínima da substância é CH

sua montagem, devemos ter uma relação conheci2.

Determine a fórmula molecular dessa substância.

da entre a massa do gás e seu volume nas CNTP.

Consultando a massa atômica do nitrogênio na

54. Use a equação geral dos gases e a informação de que tabela perió dica encontramos 14 u, o que nos pero volu me molar dos gases nas CNTP é 22,4 L para mite calcular a massa molar do gás nitrogênio, N2,

estimar qual é o volume molar dos gases a:

obtendo 28 g/mol. Assim:

a) 2 atm e 0 °C

c) 0,5 atm e 273 °C

Massa de gás Volume (nas CNTP)

b) 2 atm e 273 °C

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

28 g

22,4 L V *x* 5 16,8 L

55. (UnicampSP) A partir de dados enviados de Vênus 21 g

x

por sondas espaciais norteamericanas e soviéticas,

odução pr

Note que esta questão conduz exatamente ao

podese considerar que, em certos pontos da super

Repr

mesmo resultado que a anterior, porque 21 g de N2

fície desse planeta, a temperatura é de 327 °C e a

correspondem a 0,75 mol desse gás.

pressão atmosférica é de 100 atm. Sabendose que

Poderíamos resolver essa questão de outro modo.

na superfície da Terra o volume molar de um gás

Inicialmente, calcularíamos a quantidade em mols de

ideal é 24,6 L a 27 °C e 1,00 atm, qual seria o valor

N

desse volume nesses pontos de Vênus?

2 presentes em 21 g dessa substância. A seguir,

montaríamos uma regra de três entre a quantidade

56. (EEMSP) Massas iguais dos gases sulfidreto (H

em mols de gás e o volume nas CNTP, como na

2S) e fosfina, nas mesmas condições de pressão e temperatura, questão anterior.

ocupam o mesmo volume. Qual a massa molecular da

fosfina, sabendo que as massas atômicas do hidrogênio

47. Faça uma previsão do volume ocupado por uma

e do enxofre são iguais a 1 e 32, respectivamente?

amostra de 3,5 mol de gás nitrogênio nas CNTP.

57. Empregue o Princípio de Avogadro para decidir em 48. Estime o volume de uma amostra de 6,4 g de gás

qual dos recipientes esquematizados abaixo, todos

oxigênio, O

contendo amostras gasosas nas mesmas condições

2, nas CNTP.

de pressão e de temperatura, há maior número de:

49. Por que o volume de um mol de água nas CNTP é

a) moléculas

b) átomos

muitíssimo menor que 22,4 L?

1 L

1 L

1 L

50. Um balão meteorológico foi preenchido com gás

hidrogênio, H2, que está a 1,5 atm e 20 °C e ocupa

He

N2

CO

8 m3. Sabendo que, nessas condições de pressão

2

adilsON seccO

332

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

58. Empregue o Princípio de Avogadro para decidir em qual dos recipientes esquematizados abaixo, todos contendo amostras gasosas nas mesmas condições de pressão e de temperatura, há maior número de:

a) moléculas

b) átomos

3 L

1 L

1 L

2 L

C

O

O

2H4

C2H6

3

2

adilsON seccO

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

59. (UFRGSRS) Dois recipientes idênticos, mantidos

a) 24,3 L.

d) 27,6 L.

na mesma temperatura, contêm o mesmo número

b) 24,6 L.

e) mesmo valor que no Rio de Janeiro.

de mo léculas gasosas. Um dos recipientes contém

c) 26,7 L.

hidrogênio, enquanto o outro contém hélio. Qual das

afirmações abaixo está correta?

63. (UCSalBA) Que volume ocupam 100 mol de oxigênio

a) A massa de gás em ambos os recipientes é idêntica.

nas condições ambientes de temperatura e pressão?

o de 1998.

b) A pressão é a mesma nos dois recipientes.

(Volume molar de gás nas condições ambientes de

eir

c) Ambos os recipientes contêm o mesmo número

temperatura e pressão 5 25 L/mol)

de átomos.

a) 0,25 L.

d) 2,5 z 103 L.

d) A massa gasosa no recipiente que contém hidrogê

b) 2,5 L.

e) 2,5 z 104 L.

nio é o dobro da massa gasosa no recipiente que

c) 2,5 z 102 L.

contém hélio.

64. (Uespi) Um balão contém 1,20 g de nitrogênio

e) A pressão no recipiente que contém hélio é o dobro gasoso N

da pressão no recipiente que contém hidrogênio.

2; outro balão, de mesmo volume, contém

0,68 g de um gás X. Ambos os balões estão à mesma

60. (UnicampSP) O Princípio de Avogadro estabeleceu temperatura e pressão. A massa molecular do gás

que: “Gases quaisquer, ocupando o mesmo volume,

X será aproximadamente igual a:

nas mesmas condições de temperatura e pressão,

a) 16

c) 18

e) 32

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

contêm o mesmo número de moléculas”. Considere

b) 10

d) 30

volumes iguais de CO, CO2, C2H4 e H2, todos à mesma

Dado: massa atômica de N 5 14 u.

odução pr

temperatura e pressão.

Repr

Perguntase: onde há maior número de átomos de

65. (Ufes) Três balões contêm H2, N2 e O2, conforme

a) oxigênio?

ilustrado abaixo:

b) carbono?

c) hidrogênio?

Justifique suas respostas.

H H H

N N N

O O O

2 2

2

2 2

2

2 2

2

61. (UFSSE) 25 litros de oxigênio, O2, e 25 litros de hélio, He, nas condições ambientes de temperatura e adilsON seccO

pressão:

a) têm a mesma massa.

b) contêm o mesmo número de átomos.

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

V = 10 mL

c) quando misturados dão 25 litros de mistura, desde

Considerandose que os gases estão sob pressão de

que a temperatura mantenhase inalterada.

1 atm e à mesma temperatura, escolha a alternativa

d) quando misturados dão 25 litros de mistura, desde

com o número possível de moléculas de H2, N2 e O2

que a pressão permaneça inalterada.

contidas nos balões:

e) contêm o mesmo número de moléculas.

a) 1 ? 1023, 7 ? 1023 e 8 ? 1023

62. (UnBDF) Um mol de gás hélio ocupa um volume

b) 1 ? 1023, 14 ? 1023 e 16 ? 1023

de 22,4 L na praia de Ipanema, no Rio de Janeiro,

c) 2 ? 1023, 2 ? 1023 e 2 ? 1023

a 0 °C. Em Brasília, pressão atmosférica a 700 mm

d) 2 ? 1023, 28 ? 1023 e 32 ? 1023

de Hg, o volume ocupado a 27 °C será:

e) 2 ? 1023, 32 ? 1023 e 32 ? 1023

333

6 Lei do Gás Ideal

6.1 A Lei do Gás Ideal e a constante universal dos gases Como vimos, para certa massa de gás vale a seguinte relação:

P ? V

——

T 5 constante

Quanto vale essa constante? A resposta não depende do gás, mas da sua quantidade em mols.

Com o que sabemos sobre volume molar nas CNTP, podemos determinar esse valor para 1 mol:

P ? V

——

T 5 1 ? 22,4

———

273 5 0,082 Para 1 mol de gás ideal

Uma vez que esse valor é constante desde que a quantidade de gás também o seja, essa relação será válida quaisquer que sejam as condições de temperatura e pressão em que 1 mol de gás se encontre.

E para 2 mol de gás? Nesse caso, podemos repetir o que acabamos de fazer, porém o volume utilizado no cálculo será duas vezes 22,4 L:

o de 1998.

P ? V

——

eir

T 5 1 ? 2 ? 22,4

————

273

5 2 ? (0,082)

Para 2 mol de gás ideal

O mesmo que fizemos para 1 mol e 2 mol pode ser feito para 3 mol, 4 mol, 5 mol, 6 mol ou até mesmo, de modo geral, para n mol:

P ? V

___

T 5 1 ? 3 ? 22,4

_____

273

5 3 ? (0,082)

Para 3 mol de gás ideal

P ? V

___

T 5 1 ? n ? 22,4

_____

273

5 n ? (0,082)

Para n mol de gás ideal

Dessa última expressão surge a equação de estado dos gases perfeitos, ou simplesmente oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Lei do gás Ideal:

odução pr

P ? V

___

Repr

T 5 n ? (0,082) V P

z V 5 n z R z T Lei do gás Ideal*

massa (m)

em que: n 5 quantidade em mols 5

_____

massa molar (M)

R

5 constante universal dos gases

O valor numérico de R depende do conjunto de unidades utilizadas.

A Lei do Gás Ideal se aplica a substâncias no estado gasoso (de comportamento ideal), com a temperatura necessariamente na escala kelvin e com P e V nas mesmas unidades que R.

Veja alguns exemplos de valores de R acompanhados das unidades: R 5 0,082 atm ? L

_____

R

R

mol

5 62,3 mmHg ? L

_____ 5 8,315 kPa ? L

———

? K

mol ? K

mol ? K

*** Alguns livros de Ensino Médio no Brasil costumam chamar a expressão P z V 5 n z R z T de *Equação de Clapeyron*.**

Apesar de esse nome ser bastante difundido, na Química universitária ele não costuma ser utilizado.

334

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Essa equação apresenta duas importantíssimas diferenças que a tornam mais abrangente que a equação geral dos gases. Não há

necessidade da existência de estados inicial e final, isto é, ela se aplica ao gás como ele está, mesmo que não esteja sofrendo uma transformação.

Além disso, ela pode ser aplicada a transformações em que a massa de gás varia, ou seja, quando ocorre entrada ou saída de gás em um recipiente (basta aplicá-la duas vezes: à situação inicial e à situação final). A grande versatilidade dessa equação ficará ainda mais clara quando você resolver as questões referentes a ela.

6.2 Explorando a Lei do Gás Ideal

A Lei do Gás Ideal, expressa pela equação P z V 5 n z R z T, envolve uma série de interessantes relações que já foram vistas neste capítulo. Há quatro variáveis nessa equação: pressão, volume, quantidade de matéria (quantidade em mols) e temperatura termodinâmica (isto é, em kelvins).

Vamos considerar que duas dessas variáveis sejam constantes a fim de verificar a interde-pendência entre as outras duas. Nas demonstrações a seguir, "k" representa um valor constante, mas que não é o mesmo em cada uma das situações.

Uma amostra de gás (n constante) a temperatura constante

o de 1998.eir

Em equação: P 5 n ? R ? T

———

V constante (k)

V

P 5 k ? 1

—

V

Em palavras: Para uma quantidade fi xa de gás ideal a uma dada temperatura constante, a pressão e o volume são inversamente proporcionais.

Comentário: É a Lei de Boyle.

Importante

Neste item 6.2, “k” representa um valor constante, mas que não é o mesmo em cada situação apresentada.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Uma amostra de gás (n constante) a volume constante

Repr

Em equação: P 5 n ? R ? T

———

V

V

P 5 k z T

constante (k)

Em palavras: Para uma quantidade fi xa de gás ideal, mantida a volume constante, a pressão é diretamente proporcional à temperatura na escala kelvin.

Comentário: É uma das Leis de Charles e gay-Lussac.

Não memorize essas equações. Compreenda seu significado.

Uma amostra de gás (n constante) a pressão constante

Em equação: V 5 n ? R ? T

———

P

V

V 5 k z T

con stante (k)

Em palavras: Para uma quantidade fi xa de gás ideal, mantida a pressão constante, o volume é diretamente proporcional à temperatura na escala kelvin.

Comentário: É a outra das Leis de Charles e gay-Lussac.

335

Comparando amostras de gás a P e T constantes

Em equação: V 5 n ? R ? T

_____

P

constante (k)

V

V k n

Em palavras: Para gás ideal, a pressão e temperatura constantes, o volume e a quantidade em mols na amostra são diretamente proporcionais.

Comentário: É uma maneira alternativa para expressar o Princípio de Avogadro.

Justificativa em nível molecular:

(Nesta página, as moléculas estão representadas

esquematicamente por esferas em cor fantasiosa

e fora de proporção.)

Gás

Patm

P

P

atm

atm

Pgás

adilson secco

o de 1998.

Aumenta n

Aumento de V

eir

T constante

Pgás

Pgás

P = P

Mais moléculas aumentam

O volume aumenta até que

gás

atm

o número de colisões

P = P

gás

atm

P > P

gás

atm

Ilustrando por meio de gráfico:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

olumeV

***P* atm**

***P* atm**

Quantidade em mols

adilson secco

***P* gás**

***P* gás**

$P = P$

$P = P$

gás

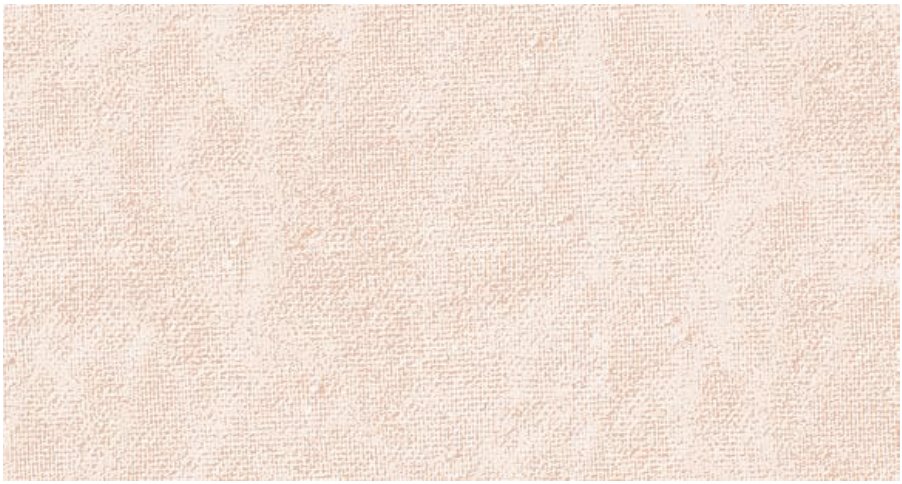
atm

gás

atm

A amostra gasosa da direita tem um volume maior que o da esquerda devido a um aumento na quantidade de gás no interior do recipiente (admitindo-se mesmas condições de P e T).

336



O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Comparando amostras de gás a V e T constantes

Em equação: P 5 n ? R ? T

———

V constante (k) V P 5 k z n

Em palavras: Para gás ideal, a volume e temperatura constantes, a pressão e a quantidade em mols na amostra são diretamente proporcionais.

Comentário: Pense na situação de calibrar um pneu injetando mais ar dentro dele.

Consideremos uma importante decorrência disso. A pressão é diretamente proporcional à quantidade em mols do gás ideal e independe da composição do gás. As três amostras gasosas contidas em recipientes de igual volume e à mesma temperatura do esquema a seguir apresentam o mesmo número de moléculas. A pressão exercida nos três cilindros é a mesma, independentemente da natureza do gás.

o de 1998.eir

ilustrações: adilsON seccO

N

O

N

2

2

2

O2

(Átomos representados

esquematicamente por

esferas em cores fantasiosas

e fora de proporção.)

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Comparando amostras de gás a P e V constantes

odução pr

Repr

Em equação: n 5 P ? V

———

R ? T constante (k) V n 5 k ? 1

—

T

Em palavras: Para gás ideal, a pressão e volume constantes, a quantidade em mols na amostra e a temperatura (em kelvins) são inversamente proporcionais.

Comentário: Reflita sobre essa relação após acompanhar a resolução da questão 72.

Relacionando a Lei do gás Ideal com as leis individuais

PV 5 nRT

fixando n e T

fixando n e P

fixando n e V

fixando P e T

Lei de

Lei de

Lei de

Princípio de

Boyle

Charles

Charles

Avogadro

PV 5 constante

V

—

T 5 constante

P

—

T 5 constante

V

–

n 5 constante

337

Gás ideal *versus* Gás real

Podemos definir gás ideal, ou gás perfeito, de duas maneiras: considerando o nível macroscópico ou o microscópico.

• Em nível macroscópico, define-se gás ideal como aquele que obedece às equações mostradas neste capítulo.

• Em nível microscópico, podemos dizer que gás ideal é aquele em que não existem interações intermoleculares (forças atrativas entre as moléculas) e cujas moléculas possuem tamanho nulo, isto é, são puntiformes (pontos sem dimensão).

Essa segunda definição é irreal na medida em que é impossível eliminar completamente a interação entre moléculas. Como o próprio nome diz, trata-se de um gás com comportamento idealizado. Contudo, os gases reais podem aproximar-se muito do comportamento ideal, desde que trabalhemos a altas temperaturas e baixas pressões.

Podemos explicar a razão disso macroscópica ou microscopicamente.

• Do ponto de vista macroscópico, um gás ideal é aquele que jamais se tornará líquido ou sólido. Ora, para transformar um gás real em líquido, é necessário aumentar a pressão e diminuir a temperatura. Ao trabalhar com um gás nas condições exatamente opostas a essa — baixa pressão e alta temperatura —, estamos longe das condições o de 1998.

em que esse gás se transformaria em líquido e, portanto, maior o comportamento de eir

"gás" mesmo, ou seja, comportamento de gás ideal.

• Do ponto de vista microscópico, a alta temperatura faz com que as moléculas ad-quiram elevadas velocidades. Assim, a intensa agitação molecular faz com que as interações intermoleculares se tornem desprezíveis. E a baixa pressão faz com que as moléculas fiquem muito afastadas (lembre-se: V e P são inversamente proporcionais). Assim, o espaço entre elas será tão grande que o tamanho das moléculas passará a ser desprezível diante do volume total do gás.

Na prática, utilizam-se as equações de gases para fazer estimativas, que, em grande parte dos casos, apresentam concordância satisfatória. Em estudos de ensino médio, oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

todo gás costuma ser considerado ideal, salvo menção em contrário.

odução pr

Repr

MOACYR LOPES JúNIOR/fOLhA IMAgEM

O gás de cozinha é constituído principalmente pelas substâncias propano (C3H8) e butano (C4H10), que, dentro do botijão, estão liquefeitas, em sua quase totalidade, sob o efeito da alta pressão. Por isso esse produto é conhecido pela sigla GLP (gás liquefeito de petróleo).

O fato de o propano e o butano sofrerem liquefação sob aumento da pressão ilustra que gases reais podem se afastar do comportamento ideal a ponto de não apenas deixarem de obedecer rigorosamente às equações mostradas neste capítulo, mas também de sofrerem mudança de fase. Mauá, SP, 2002.

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

66. Ao realizar a reação de ferro metálico com uma solu

Resolução

ção aquosa de ácido clorídrico, um químico recolheu

83,15 L de gás hidrogênio a 100 kPa de pressão e a

Esta questão ilustra uma das muitas situações

27 °C. Qual a quantidade em mols de gás hidrogênio

aparentemente complexas que podemos resolver

na amostra recolhida?

empregando a Lei do Gás Ideal duas vezes e, a

seguir, dividindo ambas as equações membro

67. Por meio de agitação e aquecimento, um grupo de a membro a fim de cancelar fatores comuns.

estudantes expulsou praticamente todo o gás carbô

Nesse caso específico, vamos aplicar a lei às

nico contido em um litro de refrigerante. O gás foi

situações inicial e final: a pressão é a mesma (a

recolhido a 1 atm e 30 °C. A medida do volume da

pressão ambiente no local da experiência, que

amostra forneceu o valor de 1,25 L. Determine, nessa

simbolizaremos por P

amostra gasosa:

atm), o volume da garrafa

é o mesmo (estamos desconsiderando a ligeira

a) a quantidade em mols

dilatação do vidro) e a constante dos gases é a

b) a massa de gás

mesma (desde que estejamos trabalhando num

c) o número de moléculas

mesmo conjunto de unidades). Alteramse a

68. Há dúvida se uma certa amostra de gás é de oxigênio
temperatura (de 294 K para 490 K) e a quanti

(O

dade em mols de ar que se encontra no interior

2), nitrogênio (N2) ou dióxido de carbono (CO2).

Medidas revelaram que a massa da amostra é 0,70 g,

da garrafa.

seu volume é 750 mL, sua pressão é 0,82 atm e sua

P

o de 1998.

atm

temperatura é 27 ˚C. Com base nessas informações, é

Gás

eir

P

possível decidir entre um dos três gases — oxigênio,

expulso

atm

graças à

nitrogênio ou dióxido de carbono — como sendo o

expansão

que existe na amostra? Explique.

O gás que

69. Desejase guardar 3,0 g de etano (C2H6) a 27 ˚C em n

fica na

nf

um recipien te rígido de volume 1,5 L, que suporta,

garrafa

ocupa todo

no máximo, 6 atm de pressão sem arrebentar. O reciadilsON seccO

o volume V

piente pode ser utilizado para a finalidade desejada?

Explique.

21 ˚C

217 ˚C

70. Utilize a Lei do Gás Ideal para prever o volume molar V

294 K

V

490 K

dos gases a 1,5 atm e 177 ˚C.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Situação inicial

Situação final

71. Imagine que as condições normais de temperatura e Assim:

odução pr

pressão fossem definidas como sendo 100 kPa e 0 ˚C.

Repr

Procure no texto a correspondência entre atm e kPa e

Inicial:

Patm z V 5 n z R z 294

responda às questões.

Final:

Patm z V 5 nf z R z 490

a) A pressão de 100 kPa é maior ou menor que 1 atm?

Dividindo essas equações membro a membro,

b) Esperase que o volume de 1 mol de gás ideal seja

temos:

maior ou menor a 100 kPa e 0 °C se comparado a

1 atm e 0 °C?

P

atm ? V

———

P

c) Com auxílio de uma calculadora (se desejar) e da

atm ? V 5 n ? R ? 294

————

nf ? R ? 490 V nf 5 0,6 z n

Lei do Gás Ideal, determine o volume molar de um

gás ideal a 100 kPa e 0 °C.

73. Um recipiente fechado e indeformável contém certa

d) Qual a diferença entre o valor calculado no item

quantidade em mols de um gás. Acrescentase ao

anterior e o valor de 22,4 L?

recipiente mais desse mesmo gás, até triplicar a

quantidade em mols em seu interior. A seguir, o re

Exercício Resolvido

cipiente é aquecido até duplicar sua temperatura na

72. Uma garrafa de vidro sem tampa está “vazia”, ou escala kelvin. Compare a pressão inicial no interior

melhor, cheia de ar, e encontrase a 21 °C. Ela é

do recipiente com a pressão final.

colocada dentro de um forno a 217 °C. Como con

74. Um recipiente de 1 L contém gás nitrogênio a 5 atm sequência do aquecimento, o ar contido em seu

e um outro recipiente, de 3 L, contém gás oxigênio a

interior se expande e, com essa dilatação, uma

2 atm. Ambos encontramse na mesma temperatura.

parte dele é expulsa da garrafa.

a) Em qual deles há mais moléculas?

Considerando que inicialmente há n mol de ar na

garrafa, quanto haverá após o aquecimento?

b) Determine a relação (divisão, quociente) entre o número de moléculas de gás em ambos os frascos.

339

75. No início de uma viagem, a pressão interna de um pneu sem câmara era de 2,00 atm e a temperatura era de 17 °C. Esse pneu foi perfurado por um prego durante uma viagem e perdeu parte do ar interno, que escapou graças ao furo (em geral, os pneus sem câmara murcham bem mais devagar que os pneus com câmara). Ao final da viagem, a temperatura do pneu era de 46 °C e sua pressão interna, de 1,65 atm.

Admitindo que o volume do pneu não tenha se alterado, determine que fração do ar inicialmente presente escapou do pneu durante a viagem.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

76. (PUCSP) Um cilindro de 8,2 L de capacidade contém

a) são iguais apenas nos cilindros que contêm C2H2 e

320 g de gás oxigênio a 27 °C. Um estudante abre a

O2.

válvula do cilindro, deixando escapar o gás até que

b) são iguais apenas nos cilindros que contêm N2O

a pressão seja reduzida para 7,5 atm. Supondose

e O2.

que a temperatura permaneça constante, a pressão

c) são iguais nos três cilindros.

inicial no cilindro e a massa de gás liberada serão,

d) é maior no cilindro que contém N2O.

respectivamente,

e) é menor no cilindro que contém C2H2.

a) 30 atm e 240 g.

Massas molares (g/mol):

b) 30 atm e 160 g.

C2H2 5 26; N2O 5 44; O2 5 32.

o de 1998.eir

c) 63 atm e 280 g.

d) 2,7 atm e 20 g.

80. (UnicampSP) Em um gás ideal não há interações

intermoleculares, enquanto nos gases reais elas es

e) 63 atm e 140 g.

tão presentes. Com base neste fato, indique qual dos

77. (FuvestSP) Certo gás X é formado apenas por nigases, HC, e H2, se aproxima e qual se afasta mais trogênio e oxigênio. Para determinar sua fórmula

do comportamento ideal. Justifique a resposta.

molecular, comparouse esse gás com o metano

81. (PUCSP) Três recipientes de volumes fixos contêm, (CH4). Verificouse que volumes iguais dos gases X

cada um, uma substância pura no estado gasoso.

e metano, nas mesmas condições de pressão e tem

Os gases estão armazenados nas mesmas condições

peratura, pesaram, respectivamente, 0,88 g e 0,32 g.

de temperatura e pressão e os recipientes estão repre

Qual a fórmula molecular do gás X?

sentados no esquema a seguir.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) NO

d) N2O3

b) N

O

2O

e) N2O5

2

?

CH4

odução pr

Repr

c) NO2

V1 5 5 L

V2 5 10 L

V3 5 15 L

m1 5 16 g

m2 5 28 g

m3 5 ?

Massas molares (g/mol)

H 1

Podese afirmar que o gás contido no recipiente 2 e a

C 12

massa de gás no recipiente 3 são, respectivamente,

N 14

a) CO2 e 16 g.

O 16

b) N2 e 8 g.

c) CO e 24 g.

78. (PUCMG) O número de átomos existentes em 44,8 li

d) C4H8 e 24 g.

tros de nitrogênio (N2), nas CNTP, é igual a:

e) N2 e 16 g.

a) 1,2 z 1022

d) 6,0 z 1023

82. (UFRJ) Um protótipo de carro movido a hidrogênio foi

b) 1,2 z 1023

e) 6,0 z 1024

submetido a um teste em uma pista de provas. Sabese

c) 2,4 z 1024

que o protótipo tem um tanque de combustível (H2)

com capacidade igual a 164 litros e percorre 22 metros

79. (FuvestSP) Têmse três cilindros de volumes iguais para cada mol de H2 consumido. No início do teste,

e à mesma temperatura, com diferentes gases. Um

a pressão no tanque era de 600 atm e a temperatura,

deles contém 1,3 kg de acetileno (C2H2), o outro 1,6 kg

igual a 300 K.

de óxido de dinitrogênio (N2O) e o terceiro 1,6 kg de

Sabendo que, no final do teste, a pressão no tanque

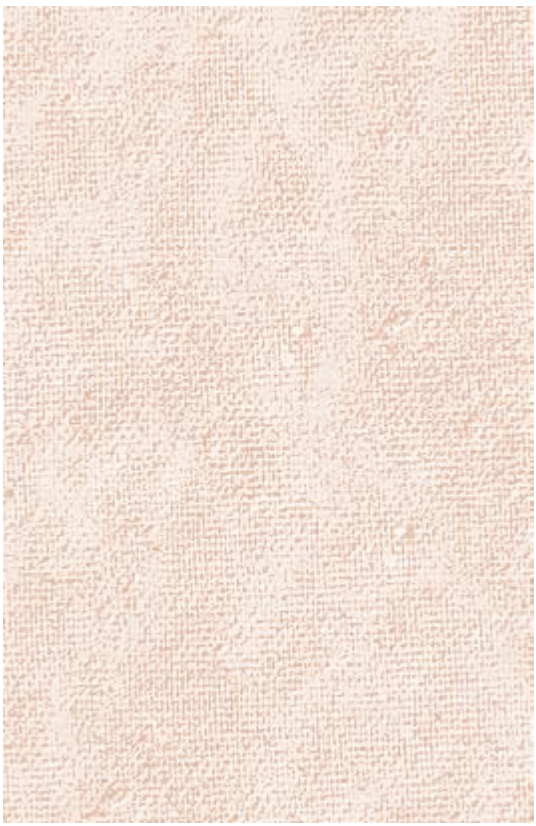
oxigênio (O2). Comparandose as pressões dos gases

era de 150 atm e a temperatura igual a 300 K, calcule

nesses três cilindros, verificase que:

a distância, em km, percorrida pelo protótipo.

340



O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

7 Misturas gasosas

7.1 Pressão parcial

Considere quantidades quaisquer de três gases diferentes, A, B e C, todos em recipientes de mesmo volume e à mesma temperatura. Se colocarmos todos eles em outro recipiente também de mesmo volume, a pressão final da mistura gasosa será, obviamente, maior do que as pressões de cada componente quando isolado.

T e V iguais

cOce s

Gás A

Gás B

Gás C

NO

n

n

Mistura

s

A

B

nC

gasosa

ldi

P

P

A

B

PC

n

: as

T

e

P

çõarts

V

V

V

V

n

ilu

T = nA + nB + nC

(Moléculas representadas por

o de 1998.eir

As pressões P

esferas em cores fantasiosas e

A, PB e PC são chamadas de pressões parciais dos compo-fora de proporção.)

nentes A, B e C.

Pressão parcial de um componente de mistura gasosa é a pressão

que ele possuiria se estivesse sozinho, no mesmo volume e à mesma temperatura em que se encontra a mistura.

Aplicando a Lei do Gás Ideal ao componente A isolado: PA z V 5 nA z R z T, e à mistura gasosa como um todo: P z V 5 nT z R z T.

Dividindo essas equações membro a membro:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

PA ? V

———

P

? P

? V 5 nA ? R ? T

———

n

Repr

T ? R ? T V PA 5

nA

—

nT

O quociente nA/nT é chamado, por definição, de fração em quantidade de matéria ou fração em mols do componente A e simbolizado por xA.

n

Assim:

P

A

Refl ita

A 5 xA z P, em que xA 5

—

n T

• Por que a fração em mols

e, analogamente, temos:

é sempre um número

entre zero e um?

n

n

P

B

C

• A fração em mols nos

B 5 xB z P e PC 5 xC z P, em que xB 5

—

n

e x

—

T

C 5 nT

informa a porcenta-

gem das moléculas de

Outra expressão importante pode ser deduzida a partir da seguinte soma, uma mistura que é

que expressa que a quantidade em mols na mistura é a soma da quantidade em de um certo componen-mols dos componentes: n

te. Explique por quê.

T 5 nA □ nB □ nC.

Aplicando a Lei do Gás Ideal a A, B, C e à mistura como um todo,
• Por que a pressão par-temos:

cial de um componente

nunca é maior que a

n

pressão total?

T 5

P ? V

———

R ? T nA 5 PA ? V

———

R ? T nB 5 PB ? V

———

R ? T nC 5 PC ? V

———

R ? T

341

Substituindo na equação nT 5 nA nB nC, vem que:

P ? V

——

R ? T 5 PA ? V

——

R ? T 1 PB ? V

——

R ? T 1 PC ? V

——

R ? T V P

? V

——

R ? T 5 (PA 1 PB 1 PC) ? V

——

R ? T

P 5 PA PB PC Lei de Dalton das pressões parciais

Essa expressão é conhecida como a Lei de Dalton das pressões par ciais. Ela nos mostra que a pressão total de uma mistura gasosa é igual à soma das pressões parciais de seus componentes. Cada componente, portanto, é o responsável por *parte* da pressão total, e daí surgiu a expressão *pressão parcial*.

Embora tenhamos utilizado uma mistura de três gases para deduzir as equações, elas podem ser generalizadas para qualquer mistura de gases ideais, com dois ou mais componentes.

O esquema abaixo ilustra uma descrição em nível molecular da Lei de Dalton: 1,0 atm

1,5 atm

Gás A

Gás B

cOce sN

(Nesta página, as

Os

moléculas foram

ldi

o de 1998.

representadas

: a

Todo o

eir

se

gás A foi

esquematicamente

çõ

por esferas em cores

a

transferido

rt

fantasiosas e fora de

s

para o

ilu

Conexão

frasco da

proporção.)

fechada

direita

V

V

V

P = P

P = P

P = P + P

A

total

B

total

total

A

B

= 0,50 atm

= 1,0 atm

= 1,5 atm

n

n

n

A = 0,30 mol

B = 0,60 mol

total = 0,90 mol

xA = 0,33

xB = 0,67

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

7.2 Volume parcial

odução pr

Considere quantidades quaisquer de três gases diferentes, A, B e C, todos em iguais condi-Repr

ções de pressão e de temperatura (vamos apresentar uma discussão parecida com aquela sobre pressão parcial, porém o tema agora será o *volume parcial*).

Reunindo esses gases em um único recipiente, nas mesmas condições de pressão e temperatura, certamente o volume total será maior que o volume de cada componente isolado.

P e T iguais

nT = nA + nB + nC

cO

Gás A

Gás B

Gás C

ce

n

n

n

s

A

B

C

NO

V

V

V

s

A

B

C

l

Mistura

di

: as

gasosa

e

çõa

P

P

P

P

rt

n

s

T

ilu

V

Os volumes VA, VB e VC são chamados de volumes parciais.

Volume parcial de um componente de mistura gasosa é o volume que ele possuiria se estivesse sozinho, à mesma pressão e à mesma temperatura em que se encontra a mistura.

342

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Aplicando a Lei do Gás Ideal ao componente A isolado: P z VA 5 nA z R z T, e à mistura gasosa como um todo: P z V 5 n

Refl ita

T z R z T.

Dividindo essas equações membro a membro:

• Por que o vo-

lume parcial

P z VA

——

de um compo-

P

z V

z V 5 nA z R z T

———

nT z R z T V VA 5 nA

—

nT

nente nunca é

O quociente n

maior que o

A/nT é chamado de fração em mols do componente A (xA).

volume total?

Assim, temos para o componente A e, analogamente, para B e C:
VA 5 xA z V

VB 5 xB z V

e

VC 5 xC z V

Outra relação pode ser obtida a partir de nT 5 nA □ nB □ nC.

Aplicando a Lei do Gás Ideal a A, B, C e à mistura como um todo, temos: nT 5 P z V

___

R z T nA 5 P z VA

___

R z T nB 5 P z VB

___

R z T nC 5 P z VC

___

R z T

Substituindo na equação nT 5 nA nB nC, vem que:

P z V P

P

P

___ z VA

z VB

z VC

R

_____

_____

_____

z T 5 R z T 1 R z T 1 R z T V P

___

R z T z V 5 P

——

R z T z (VA 1 VB 1 VC)

o de 1998.eir

V 5 VA VB VC Lei de Amagat dos volumes parciais

Essa expressão, conhecida como Lei de Amagat, indica que o volume total de uma mistura gasosa é igual à soma dos volumes parciais de seus componentes. Assim, podemos imaginar que, ao fazer uma mistura gasosa, é como se cada gás fosse o responsável por *parte* do volume total.

Daí, a expressão *volume parcial*.

Contudo, é importantíssimo perceber que uma mistura de gases é homogênea, ou seja, apresenta uma única fase. Isso significa que todos os pontos da mistura apresentam a mesma composição, ou seja, os gases estão completamente misturados e cada um deles se encontra dis-oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

perso por todo o interior do recipiente.

Assim, não entenda errado a definição de volume parcial apresentada anteriormente. Você odução pr

não deve imaginar a mistura como se cada gás estivesse confinado em uma parte do recipiente, Repr

ocupando apenas parte do volume total. O volume parcial é o volume que um gás componente da mistura teria se estivesse sozinho, na mesma pressão e na mesma temperatura da mistura.

7.3 Fração em mols e porcentagem em volume

Para um componente A qualquer de uma mistura gasosa, temos as seguintes expressões envolvendo a fração em mols, que podem ser reunidas:

n

x

A

A 5

—

n T

P

n

P

V

P

A

A

A

A

A 5 xA z P V xA 5

—

—

—

—

P

V xA 5 n 5

T

P 5 V

V

V

A

A 5 xA z V V xA 5

—

V

De modo especial, interessa-nos agora a relação entre fração em mols e volume. Consideremos o ar atmosférico seco e isento de poluentes, que é formado em sua quase totalidade por nitrogênio (N2), oxigênio (O2) e argônio (Ar). De modo aproximado, podemos dizer que em 100 L dessa amostra gasosa o volume parcial do nitrogênio é 78 L, o do oxigênio é 21 L e o do argônio é 1 L.

Vamos calcular a fração em mols de cada um deles:

V

Nitrogênio (N

nitrogênio

2): xnitrogênio 5

———

V

5 78 L

——

100 L 5 0,78

ou

78%

vOrettO/cida

V

Oxigênio (O

oxigênio

2): xoxigênio 5

———

V

5 21 L

——

100 L 5 0,21

ou

21%

ferNaNdO f

V

Argônio (Ar):

x

argônio

argônio 5

———

V 5 1 L

——

100 L 5 0,01

ou

1%

Com esse exemplo pode-se perceber que:

A fração em mols de um componente em uma mistura gasosa, quando expressa em porcentual, indica a porcentagem em volume desse componente na mistura.

m Como a fração em mols do

Refl ita

oxigênio (O2) no ar utilizado para

calibrar pneus é 0,21, podemos

Por que a soma das frações em mols de todos os com po nen tes é sem pre afi rmar que o volume parcial

igual a 1?

desse gás dentro do pneu é 21%

do volume interno do pneu.

o de 1998.eir

A PRESSãO PARCIAL E OS MERguLHADORES

O ar puro apresenta uma composição em volume

Nesse caso, a pressão parcial de O2 na mistura

(ou em mol) aproximadamente igual a 20% de O2 e

passa a ser 8 z 104 Pa, o que será fatal.

80% de N2. E a pressão parcial do gás O2 nessa mistura

Outro problema que deve ser contornado é

é dada pela expressão:

a presença de N2 na mistura. Caso sua pressão

P

parcial seja superior a 1,01 z 105 Pa, ele se dissolverá

O 5 nO2

———

z P

2

nO 1 n

2

N2

apreciavelmente no sangue, provocando nos mergu-

lhadores um efeito parecido com o da embriaguez,

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Estando ao nível do mar e, consequentemente,

sujeito a uma pressão atmosférica igual a 101,3 kPa

denominado narcose de nitrogênio. Por essa razão, o

odução pr

ou 1,01 z 105 Pa (1 atm), vejamos qual será a pressão

nitrogênio é substituído pelo gás hélio, que, além de

Repr

parcial do gás O

ser bem menos solúvel que o nitrogênio no sangue,

2 nessa situação:

não produz tal efeito.

PO 5 20

———

2

20 1 80 z 1,01 z 105 Pa q 2 z 104 Pa

Dessa forma, podemos concluir que o organismo humano tem o seu melhor funcionamento quan-

tiNstOcK

do a pressão parcial de O

y/la

2 no ar for em torno de

2 z 104 Pa. Porém pode haver uma adaptação quando

PO estiver na faixa de 1 z 104 Pa a 6 z 104 Pa. É impos-

2

sível a sobrevivência de um ser humano quando forçado a respirar fora desses limites. Analisemos, por exemplo, a situação de um mergulhador que está a uma profundidade de 30 metros e que leva uma garrafa de ar comprimido contendo O2 a 20% em volume. Nesse caso, a pressão exercida sobre ele é quatro vezes a da superfície, ou seja,

pasQuale sOrreNtiNO/scieNce phOtO librar

4,04 z 105 Pa. Assim:

m Tanques que contêm mistura para mergulho

PO 5 20

———

2

20 1 80 z 4,04 z 105 Pa q 8 z 104 Pa

em profundidade. Sicília, Itália, em 2001.

344

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

d) As porcentagens em volume podem ser inferidas diretamente das frações em mols. Como a 83. Uma mistura gasosa, constituída por 12 g de hifração em mols do hidrogênio é 0,75, então sua drogênio (H2) e 32 g de metano (CH4), ocupa um

porcentagem em volume é 75%.

reci piente de 100 L e exerce uma pressão de 2 atm.

Observe que, coerentemente, o volume parcial

Determine para cada componente:

do hidro gênio (75 L) representa 75% do volume

a) a fração em mols; c) o volume parcial;

total (100 L). Analogamente, a porcentagem em

b) a pressão parcial;

d) a porcentagem em volume.

volume do metano é 25%.

Resolução

84. Uma mistura gasosa é formada por 4 mol de hélio e

a) Cálculo das quantidades em mols:

12 g

1 mol de monóxido de carbono. Sabendo que a pressão

nH 5

_____

2

total da mistura é 100 kPa e o volume é 125 L, deter2 g/mol 5 6 mol mine para cada gás:

32 g

nCH 5

_____

4

a) a fração em mols;

16 g/mol 5 2 mol

b) a pressão parcial;

Cálculo das frações em mols:

c) o volume parcial;

Note que a

x 5 6 mol

———

5 0,75

d) a porcentagem em volume.

H2

8 mol V xH2

fração em mols

o de 1998.

não tem

eir

85. A porcentagem em volume de nitrogênio no ar é 78%.

x

unidade, é

CH 5 2 mol

———

5 0,25

4

8 mol V xCH4

Qual é a pressão parcial do nitrogênio no interior de

adimensional.

um pneu calibrado com 180 kPa de ar?

b) Cálculo das pressões parciais:

86. Uma mistura gasosa é formada apenas por hidrogênio e

P 5 x z P 5 0,75 z 2 atm V P 5 1,5 atm

hélio. Para cada molécula de hidrogênio presente há duas

H2

H2

H2

moléculas de hélio. Determine para cada componente:

a) a fração em mols; b) a porcentagem em volume.

PCH 5 x z P 5 0,25 z 2 atm V P 5 0,5 atm

4

CH4

CH4

87. Se a mistura da questão anterior estiver submetida a 600 kPa, qual será a pressão parcial de cada com

c) Cálculo dos volumes parciais:

ponente?

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

VH

z V 5 0,75 z 100 L V V 5 75 L

2 5 xH2

H2

88. Consulte a tabela periódica e determine a massa total da mistura da questão 84. O componente responsável

odução pr

V 5 x z V 5 0,25 z 100 L V V 5 25 L

pela maior parte da massa da mistura apresenta a maior

Repr

CH4

CH4

CH4

fração em mols?

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

89. (FurgRS) O ar é uma mistura de gases. Mais de 78%

90. (PUCSP) Uma mistura gasosa, constituída por 14 g dessa mistura é de nitrogênio. O oxigênio representa

de nitrogênio (N2) e 9 g de hidrogênio (H2), está em

cerca de 21%. O argônio 0,9% e o dióxido de carboum recipien te fechado, exercendo uma pressão de no 0,03%. O restante é constituído de outros gases.

1,0 bar. As pressões parciais de nitrogênio e de hi

O volume ocupado pelo oxigênio nessa mistura, em

drogênio exercidas nas paredes desse recipiente são,

um ambiente de 10 L, é:

respectivamente:

a) 2,1 L.

d) 17,7 L.

a) 0,5 bar e 0,5 bar.

d) 0,61 bar e 0,39 bar.

b) 4,7 L.

e) 22,4 L.

b) 1,0 bar e 1,0 bar.

e) 0,75 bar e 0,25 bar.

c) 10 L.

c) 0,1 bar e 0,9 bar.

m

Comentário dos autores:

m

Comentário dos autores:

Subentenda que as porcentagens apresentadas

Para seu conhecimento, a unidade de pressão

são em mols, ou em volume, não em massa.

bar equivale a 100 kPa.

345

91. (UFRGSRS) Se o sistema representado a seguir for nominada Trimix, contém 16% de oxigênio, 24% de

mantido a uma temperatura constante, e se os três

hélio e 60% de nitrogênio (porcentagem em volume).

balões possuírem o mesmo volume, após se abrirem

Suponha um cilindro de Trimix mantido à temperatura

as válvulas A e B, a pressão total nos três balões será:

ambiente e a uma pressão de 9.000 kPa.

a) Escreva as fórmulas dos gases da mistura.

Oc

H

A

B

He

2

b) Qual é a pressão parcial do hélio no cilindro?

ec s

Vácuo

Vácuo

Mostre os cálculos.

ONsild

3 atm

9 atm

c) Qual é a massa molar média da mistura? Mostre

a

os cálculos.

a) 3 atm.

c) 6 atm.

e) 12 atm.

Dado: R 5 8,3 kPa ? L ? mol□1 ? K□1

b) 4 atm.

d) 9 atm.

96. (UFPE) Um frasco de 22,4 L contém 2,0 mol de H2 e 1,0 mol
92. (ITASP) Temos um recipiente com N

de N

2 puro e outro

2, a 273,15 K (R 5 0,082 atm z L z K□1 z mol□1).

com O

Julgue os itens em verdadeiros ou falsos.

2 puro. Volumes e pressões iniciais estão assinalados no esquema abaixo.

0. as frações molares de H2 e N2 são respectivamente

2/3 e 1/3.

Oc

Mesma temperatura

1. as pressões parciais de H2 e N2 são respectivamente

ec

N

O

2

2

2,0 atm e 1,0 atm.

s

1,00 atm

5,00 atm

ONsil

3,00 litros

2,00 litros

2. a pressão total no vaso é de 3,0 atm.

da

3. ao comprimirmos os gases até a metade do volume inicial do frasco, teremos uma pressão final de 1,5 atm.

Abrindose a torneira que separa os dois gases e man4. os gases H2 e N2 possuem densidades diferentes e, o de 1998.eir

tendose a temperatura, a pressão interna estabilizase

por isso, não se misturam.

no valor de:

97. (UFPE) O ideal é que a pressão parcial do oxigênio

a) 6,00 atm.

c) 2,60 atm.

e) 2,17 atm.

no pulmão seja de 0,20 atm. Um mergulhador, que está

b) 3,00 atm.

d) 2,50 atm.

sujeito a altas pressões, deve dosar o gás que res pira

93.

para manter a pressão parcial do oxigênio neste

(UFRGSRS) Dois balões indeformáveis (I e II), à

valor. Se ele estiver mergulhando a uma profunmesma temperatura, contêm, respectivamente, 10 L

didade onde a pressão seja de 2,5 atm, qual deve

de N2 a 1 atm e 20 L de CO a 2 atm. Se os dois gases

ser a fração molar de oxigênio numa mistura oxiforem reunidos no balão I, a pressão total da mistura gênio/nitrogênio para que ele possa respirar sem

será:

dificuldades?

a) 1 atm.

c) 3 atm.

e) 5 atm.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b) 2 atm.

d) 4 atm.

98. (Vunesp) A maior parte dos mergulhos recreativos é realizada no mar, utilizando cilindros de ar com

94. (FuvestSP) Na respiração humana, o ar inspirado e odução pr

primido para a respiração. Sabese que:

Repr

o ar expirado têm composições diferentes. A tabela

I. O ar comprimido é composto por aproximadaa seguir apresenta as pressões parciais, em mmHg, mente 20% de O

dos gases da respiração em determinado local.

2 e 80% de N2 em volume.

II. A cada 10 metros de profundidade, a pressão

aumenta de 1 atm.

Gás

Ar inspirado

Ar expirado

III. A pressão total a que o mergulhador está submetido

Oxigênio

157,9

115,0

é igual à soma da pressão atmosférica mais a da

Dióxido de carbono

0,2

x

coluna de água.

IV. Para que seja possível a respiração debaixo d'água,

Nitrogênio

590,2

560,1

o ar deve ser fornecido à mesma pressão a que o

Argônio

7,0

6,6

mergulhador está submetido.

V. Em pressões parciais de O2 acima de 1,2 atm, o

Vapord'água

4,7

46,6

O2 tem efeito tóxico, podendo levar à convulsão

e morte.

Qual é o valor de x, em mmHg?

A profundidade máxima em que o mergulho pode

a) 12,4

c) 48,2

e) 71,3

ser realizado empregando ar comprimido, sem que

b) 31,7

d) 56,5

seja ultrapassada a pressão parcial máxima de O2,

é igual a:

95. (UnicampSP) Algumas misturas gasosas podem ser importantes em ambientes hospitalares, assim como

a) 12 metros.

d) 40 metros.

na prática de esportes, como mergulho autônomo a

b) 20 metros.

e) 50 metros.

grandes profundidades. Uma dessas misturas, de

c) 30 metros.

346

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

8 Densidade de gases

A

B

vaiN graNdadaM/age/KeystOcK

syl

fraNK whitNey/the iMage baNK/getty iMages

▲ A Os balões vendidos em parques de diversão são enchidos com hélio. Por que eles sobem quando os soltamos e os balões que enchemos com o gás expelido pelos pulmões não? B Outra pergunta: Por que os balões de ar quente sobem?

A resposta às perguntas formuladas na legenda das fotos acima tem relação com o conceito de densidade absoluta ou,

simplesmente, densidade (d), proprie dade apresentada no capítulo 2

e definida como a razão entre a massa (m) e o volume (V) de uma amostra de matéria: o de 1998.eir

d 5 m

—

V

Definição geral de densidade,

válida para sólidos, líquidos e gases

8.1 Densidade absoluta de um gás

Conhecendo o volume molar dos gases nas condições em que uma certa substância gasosa se encontra, podemos calcular sua densidade fazendo uso da definição apresentada acima: massa molar da substância gasosa

d 5 M

—

V 5

———————————

volume molar da substância gasosa

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Particularmente, se estivermos trabalhando nas CNTP, sabemos que 1 mol ocupa o volume de 22,4 L e, dessa maneira, basta dividir a massa molar do gás (M) pelo volume molar nas odução pr

CNTP (22,4 L).

Repr

Outro modo de calcular densidades absolutas é por meio de uma expressão mais genérica que relaciona densidade com pressão, com massa molar e com temperatura. Essa expressão pode ser deduzida a partir da Lei do Gás Ideal: yO/cid

P z V 5 n z R z T V P z V 5 m

—

M z R z T V m

–

V 5 P z M

——

R z T

garcia-pela

Então:

d 5 P z M

——

R z T

Equação para o cálculo de densidade;

vale apenas para gás (suposto ideal)

Com auxílio dessa equação, podemos explicar por que um balão de ar quente sobe. Quando aumentamos a temperatura no interior do balão, a densidade do ar nele contido diminui. Assim, podemos dizer que o balão sobe porque sua densidade é menor que a do ar exterior.

constante (k)

Em equação: d 5 P z M

——

R

V d 5 k z 1

—

z T

T

▲ Por que a fumaça sobe?

A fumaça sobe porque é menos

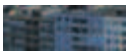
densa que o ar atmosférico,

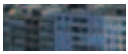
Em palavras: Para um gás ideal, a pressão constante, a densidade é inversa-graças a sua alta temperatura.

mente proporcional à temperatura na escala kelvin.

Bilbao, Espanha.

347





8.2 Densidade relativa de gases

Neste contexto, a palavra relativa está sendo usada como sinônimo de em relação a ou de comparando com.

Assim, entende-se por densidade de um gás A em relação a um gás B o quociente entre as densidades de A e B, ambas nas

mesmas condições de temperatura e pressão. Esse quociente pode ser simbolizado por dA, B:

Densidade do gás A em relação ao gás B 5 dA, B 5 dA

__

dB

A partir da expressão deduzida anteriormente, podemos obter uma fórmula simples para calcular densidades relativas:

d

P z MA

___

A

__ R z T

___ V

dA

__

Densidade de um gás

d 5

5 MA

___

em relação a outro

B

M

P z M

d

B

___

B

B

R z T

Vamos calcular, como exemplo, a densidade do gás oxigênio, O2, em relação ao gás hidrogênio, H2:

d

M

32 g/mol

O2

O

___

2

_____

d 5

__ 5

5 16

H

M

2 g/mol

2

H2

o de 1998.eir

Esse resultado possui a seguinte interpretação: o gás oxigênio é dezesseis vezes mais denso que o gás hidrogênio, estando ambos nas mesmas condições de pressão e temperatura. Note que a densidade relativa não possui unidade. É uma grandeza adimensional.

Um caso de particular interesse é o da densidade de um gás em relação ao ar: d

M

d

M

gás

___

gás

___ V

gás

___

gás

_____ Densidade de um gás

d 5

5

ar

Mar

dar

28,9 g/mol

em relação ao ar

O valor 28,9 g/mol é chamado de massa molar média do ar. É calculado por meio de uma média ponderada, a partir da composição do ar seco e isento de poluentes.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Com o auxílio dessa expressão para cálculo da densidade de um gás em relação ao ar podemos Repr

responder por que um balão cheio de hélio sobe, mas outro cheio de gás carbônico desce. Quando comparados ao ar, o hélio apresenta densidade menor e o gás carbônico, densidade maior.

dHe

___

d 5 MHe

___ 5 4,0 g/mol

_____

□ 1 V dHe □ dar

ar

Mar

28,9 g/mol

dCO2

___

d

5 MCO2

___ 5 44,0 g mol

_____ . 1 V dCO . dar

ar

Mar

28,9 g mol

2

Os modernos balões dirigíveis são enchidos com hélio, que substituiu o hidrogênio, usado antigamente. Isso porque o

rOgériO reis/pulsar iMageNs

hidrogênio, apesar de ser o gás menos denso que existe, é extremamente infl amável e explo-sivo. Dirigível sobrevoando o Rio de Janeiro, RJ.

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

99. Há um certo tipo de balão popular na época das

Resolução

festas juninas. Contudo, esse tipo é um sério risco

Aquecimento

à população e ao ambiente. Soltálo é considerado

a) Situação inicial

Situação final

crime em nosso país.

V

a) Esses balões são abertos ou fechados?

i 5 3

_4 Vf

Vf

b) Explique por que eles sobem.

Ti 5 27 ºC 5 300 K

Tf

c) Que risco representam para as pessoas? E para

n

n

o ambiente?

Patm

Patm

Fazendo uso da Lei do Gás Ideal para os estados

100. Nas cidades de clima quente, os aparelhos de ar inicial e final, temos:

condicionado são empregados para resfriar o ar da

P

sala. Em algumas localidades mais frias, contudo, o

atm z Vi 5 n z R z Ti

P

aparelho de ar condicionado é usado para esquentar

atm z Vf 5 n z R z Tf

o ambiente.

Dividindo as duas equações:

Observe os desenhos abaixo e decida, justificando,

Patm z Vf

n z R z Tf

qual é o desenho que mostra a maneira mais correta

———

P

5

———

atm z Vi

n z R z Ti

(garantindo maior eficiência para aquilo que se de

Vf

seja) de se instalar o aparelho de ar condicionado em

Como

—

V 5 4

—

i

3 :

uma localidade de clima:

——

T

o de 1998.

a) quente

b) frio

f 5

4 z 300

3 5 400 K (127 ˚C)

eir

Portanto a variação da temperatura é de 100 ºC.

�

�

�

m

_ 1_

O

c

d

V

V

f

_

f

f

-

ec

b) 5

_ 5

—

5 3

s

d

_ —

i

m 1 4

ON

s

Vi

-

il

3

d

4 Vf

a

d_ _

d

_ -

f

i

d 5 3

5 4

i

4 ou

df

3

101. Apresente uma justificativa para o fato de hidrogênio e hélio, quando usados para encher um balão, favorecerem a subida desse balão, mas dióxido de

104. Logo após a explosão de uma bomba atômica na

superfície da Terra, sobe uma enorme quantidade

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

carbono e dióxido de enxofre não.

de poeira e cinzas, compondo o chamado *cogumelo*

102. Nas mesmas condições de pressão e temperatura,

***atômico* (veja a foto abaixo). Explique como se forma odução pr**

o cogumelo atômico.

Repr

qual é mais denso, hélio (He) ou metano (CH4)?

Quantas vezes mais denso?

Exercício Resolvido

tiNstOcK

103. (UnicampSP) Durante os dias quentes de verão, y/la

uma brincadeira interessante consiste em pegar

. Of eNergy/scieNce

Teste nuclear

um saco plástico, leve e de cor preta, encher 3/4

da bomba XX-10

de seu volume com ar, amarrar hermeticamente a

us dept phOtO librar

Priscilla, Nevada,

sua boca, expondoo, em seguida, aos raios solares.

EUA, 1957.

O ar no interior do saco é aquecido, passando a

ocupar todo o volume. Como consequência, o saco

105. Dentro de um balão meteorológico há gás hidrosobe na atmosfera como um balão.

gênio (H2) submetido a 1,5 atm e 20 °C. Calcule a

a) Considerando a pressão atmosférica constante

densidade desse gás, nessas condições, em g/L.

durante a brincadeira e considerando ainda

106. Se a atmosfera da Terra fosse exclusivamente forque inicialmente o ar estava a 27 °C, calcule mada por gás oxigênio, quais dos seguintes gases

a variação da temperatura do ar no interior do

poderiam, pelo menos em princípio, ser usados para

saco plástico, entre a situação inicial e a final,

fazer um balão subir?

quando o gás ocupa todo o volume.

N2, CO, CO2, SO2, SO3, Ar, Kr, Xe

b) Qual é a relação entre as densidades do ar no

início e no instante em que todo o volume do

107. Nas mesmas condições de pressão e temperatura, saco é ocupado?

quantas vezes o gás butano (C4H10) é mais denso que

o ar?

349

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

108. (FuvestSP) São propriedades de toda substância no 110. (UFTTO) Uma certa quantidade de gás está contida estado gasoso:

em um cilindro metálico, que é fechado em uma das

I. Ocupar toda a capacidade do recipiente que a

extremidades e, na outra, é provido de um pistão

contém.

móvel.

II. Apresentar densidade bastante inferior à do

Um estudante submeteu esse gás a um aquecimento

líquido obtido pela sua condensação.

progressivo e observou que o pistão se deslocava

Para ilustrar essas propriedades, utilizouse um licom o aumento da temperatura.

quidificador em cujo copo foram colocadas algumas

Após observar esse fenômeno, ele formulou estas

esferas pequenas, leves e inquebráveis. Explique

conclusões:

como esse modelo pode ser usado para ilustrar as

I. o aquecimento provoca uma diminuição na

propriedades I e II.

densidade do gás contido no cilindro;

II. o aumento da temperatura provoca um aumento

109. (UFCCE) Ao desejar identificar o conteúdo de um da energia cinética média das moléculas do

cilindro contendo um gás monoatômico puro, um

gás; e

estudante de Química coletou uma amostra desse

III. o aquecimento do gás não altera o produto

gás e determinou sua densidade, d 5 5,38 g/L, nas

pressão 3 volume.

seguintes condições de temperatura e pressão: 15 ˚C

Analisandose essas três conclusões, é CORRETO

e 0,97 atm. Com base nessas informações, e assuafirmar que

mindo o modelo do gás ideal:

a) apenas a I está certa.

o de 1998.

a) calcular a massa molar do gás;

b) apenas a II está certa.

eir

b) identificar o gás.

c) apenas a I e a II estão certas.

R 5 0,082 atm z L z mol□1 z K□1

d) apenas a II e a III estão certas.

InVERSãO TÉRMICA E DISPERSãO DOS POLuEnTES

Os gases expelidos pelos automóveis e chaminés das fábricas estão, geral-O

c

Ar mais frio

ec ⬜

Ar frio

mente, mais quentes que o ar atmosférico que se encontra sobre o local. Assim s

sendo, eles são menos densos e sobem. Isso está esquematizado na figura A.

ONs

Ar frio

ild

Ar quente (camada de inversão)

Contudo, em certas circunstâncias decorrentes da complexa movimen-a

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

tação das massas de ar (assunto estudado pela Meteorologia), a camada de Ar quente

Ar frio

ar acima de uma cidade pode ficar mais quente que a inferior, conforme odução pr

aparece no esquema da figura B.

Repr

Nessa situação, chamada de inversão térmica, os gases poluentes não conseguem subir, pois estão mais densos que essa camada superior. Assim, quando ocorre o fenômeno meteorológico da inversão térmica, a dispersão dos poluentes é grandemente dificultada, o que é especialmente prejudicial Situação normal.

Inversão térmica.

nos grandes centros urbanos.

O

c

Ar mais frio

Ar frio

ec s

ONs

Ar frio

Ar quente (camada de inversão)

ilda

Ar quente

Ar frio

rOgériO cassiMirO/fOlha iMageM

▲ São Paulo, SP, em 2005, em dia de inversão térmica. No

Situação normal

te o manto cinzent .o de

Inversão térmica.

poluentes sobre a cidade.

350

O comportamento físico dos gases

Capítulo 14

Informe-se sobre a Química

Pressurização de cabine de avião

Grande parte dos aviões comerciais voa a altitudes entre 7.500 m e 12.000 m. A estas altitudes a pressão atmosférica está abaixo de 0,50 atm, muito menos do que a pressão de 1,0 atm à qual nossos corpos estão acostumados. Se uma pessoa fosse submetida a tal queda de pressão – e à correspondente queda do nível de oxigênio – os efeitos fisiológicos incluiriam vertigem, dor de cabeça, dificuldade de respiração e até mesmo inconsciência.

Por essa razão, aviões comerciais pressurizam o ar no interior de suas cabines para manter uma oxigenação adequada. Se, por algum motivo, a cabine do avião se despressurizar, os passageiros são orientados a respirar com o auxílio de máscaras de oxigênio.

A pressurização do ar da cabine é realizada por uma parte do sistema de circulação global do ar. As turbinas agem empurrando o ar para trás e com isso impulsionam o avião para frente. O ar injetado na cabine para pressurizá-la é drenado dos compressores das turbinas para o interior das cabines de comando e de passageiros através das chamadas "válvulas de sangramento". É

um ar quente que deve ser resfriado a uma temperatura em torno de 22 °C

para ser introduzido no interior da cabine.

Quanto mais ar for injetado no interior da cabine, maior será a pressão interna. Para o de 1998.eir

que a pressão do ar no interior da cabine fechada não aumente demais, parte do ar injetado deve ser eliminada, de forma controlada, para que possa ser mantida, no interior da cabine, a pressão desejada. Para isso existem válvulas cuja finalidade é regular o fluxo de saída do ar.

Aeronaves a jato mantêm uma pressurização interna de 0,72 atm, o que equivale à pressão atmosférica de um local com 2.438 m de altitude. Nesse ambiente existem apenas 72% do oxigênio disponível em um local no nível do mar (como a cidade de Recife).

O corpo humano está adaptado para viver sob certas condições de temperatura, pressão e oxigenação. Em se tratando da natureza humana, é sabido que o limite fisiológico para uma pessoa que esteja em boas condições de saúde é a altitude de 3.048 m.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

De 3.048 m a 3.657 m de altitude, o organismo tem, ainda, certa capacidade de adaptação. Acima dessa faixa, o uso de fonte suplementar de oxigênio é necessário para que odução pr

Repr

se mantenham normais as funções fisiológicas.

se

ag

iMrehtOy/M

la/ac.

iNy,raribl

tOOh

r piezar. f rid

avd

Os aviões a jato, em geral, mantêm

uma pressurização interna em suas

cabines de 0,72 atm, equivalente

à pressão atmosférica num local a

2.438 m de altitude.

351

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

1. Regulamentos de voo, em geral, impõem que a pressão no interior das cabines, para que se mantenham normais as funções fisiológicas humanas, seja de 0,72 atm, o que equivale a uma altitude de 2.438 m, ou seja, 610 m abaixo do limite fisiológico.

Converta a pressão citada para milímetros de mercúrio (mmHg) e para centímetros de mercúrio (cmHg).

2. Cite algumas vantagens da utilização de cabines pressurizadas em aviões a jato.

3. Cite algumas desvantagens decorrentes da utilização de cabines pressurizadas em aviões a jato.

4. "Quando estamos em repouso, nós inspiramos e expiramos cerca de doze vezes por minuto.

Ao inspirarmos, o volume da cavidade torácica aumenta, expandindo o volume de nossos pulmões. Isso faz com que a pressão do ar dentro dos pulmões diminua. Como a pressão do ar externo é agora maior que a interna, há fluxo de ar para dentro dos pulmões.

o de 1998.eir

O inverso ocorre quando expiramos: o volume torácico diminui, o que aumenta a pressão do ar nos pulmões. O ar está agora a uma pressão maior do que no exterior e, então, há fluxo de ar para fora."

Fonte: SISKA, P. *University Chemistry*. Upper Sadde River: Pearson International Edition, 2006.

(Tradução dos autores.)

Popularmente se diz que, ao inspirar, "puxamos ar para dentro dos pulmões". Baseando-se no texto, explique o erro que existe nessa frase.

5. Pesquise o que é a condição chamada de hipóxia.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — gases

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Gás ideal

uma amostra

uma amostra (certa

contém

quantidade de matéria)

pode sofrer

Quantidade

de matéria (n)

Transformação

Transformação

Transformação

tem

1

isotérmica

isocórica

qualquer

Variáveis

de estado

a cada uma se

aplica uma das

à qual se

aplica

por exemplo

Leis de

2

Charles e Gay-Lussac

o de 1998.

Pressão

Volume

3

eir

reunidas na

Equação geral

à qual se aplica a

dos gases

quando

aprimorada

para conter n,

tem

passa a ser a

permite

permite

calcular

Volume molar

calcular

4

Densidade

de gás ideal

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

se conhecido,

odução pr

Constante

permite calcular

Repr

contém

dos gases (R)

grandezas

relacionadas

pela

pode ser

Componente

Mistura gasosa

de uma

tem

Fração

Porcentagem

Porcentagem

5

6

em mols

em mols

em volume

a soma

a soma

fornece a

de todas

de todos

também

obedece à

obedece à

chamada

Fração em

Lei de

Lei de

quantidade

Dalton

Amagat

de matéria

353

O

Aspectos quantitativos

APÍTULC 15 das reações químicas

Kc

tO

Na culinária existe uma proporção fi xa entre os ingredientes de uma sN

receita. Ao usar múltiplos ou submúltiplos dessa receita, as quantidades são tia/l

alteradas, mas a proporção entre essas quantidades se mantém. Assim, por isb

exemplo, se uma receita indicar que, para três xícaras de farinha, deve-se rO

usar um copo de leite, ao duplicar a receita serão seis xícaras de farinha e

/cll

dois copos de leite. Note que as quantidades duplicaram, mas a proporção eNN

se manteve a mesma. Em Química, existe uma proporção bem defi nida a p

entre as quantidades dos participantes de uma reação. Podemos realizar essa Mti

reação com diferentes quantidades de reagentes, porém a proporção entre eles se mantém constante.

o de 1998.eir

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Alguns conteúdos importantes:

Relação entre os coefi cientes

(no caso de substância gasosa), número

estequiométricos e as quantidades em

de moléculas e outras grandezas

mols dos participantes de uma reação

correlatas

Lei Volumétrica de Gay-Lussac

Excesso de reagente

Estabelecimento de relações

Reagentes que contenham impurezas

estequiométricas envolvendo

quantidade em mols, massa, volume

Rendimento de uma reação

354

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

O que você pensa a respeito?

Sondagem de concepções prévias

Resolva em seu caderno

Na lista abaixo estão relacionados alguns termos e conceitos. Indique no seu caderno aqueles que você julga que estejam relacionados à imagem e justifique sua escolha.

Discuta com seus colegas e apresente as conclusões ao professor.

• reagente limitante

• síntese da amônia

• reagente em excesso

• proporção entre mols

• decomposição da amônia

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

Oc

ec s

ONsilda

o de 1998.eir

Pare e situe-se!

Texto introdutório ao capítulo

Quando uma reação química é realizada com quantidades conhecidas de reagentes, é possível prever a quantidade de produto(s) formado(s)?

E, de modo inverso, é possível fazer uma estimativa da quantidade de reagente(s) necessário(s) para obter certa quantidade de produto(s)?

Em ambos os casos a resposta é afirmativa.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A partir das massas atômicas, listadas na tabela periódica, pode-se calcular a massa molar de cada reagente ou produto de uma reação química. Conhecidas essas massas odução pr

molares e a equação química do processo, é possível estabelecer relações entre as quan-Repr

tidades de reagentes e de produtos e, baseando-se nelas, fazer previsões.

Estabelecer tais relações e, a partir delas, realizar previsões é o que se denomina estequiometria ou cálculo estequiométrico, tema deste capítulo.

Para tornar mais produtivo o estudo da estequiometria, este capítulo aborda, como situação inicial, a produção de uma das substâncias mais importantes para as indústrias químicas, a amônia. Várias discussões serão apresentadas no capítulo utilizando a síntese da amônia como exemplo. Cada discussão abordará um ponto importante da estequiometria.

Você aprenderá como relacionar mols, massa e número de moléculas dos participantes, como relacionar essas grandezas ao volume de participantes gasosos, como levar em conta a presença de impurezas nos reagentes e como considerar o fato de a reação eventualmente não apresentar rendimento total, ou seja, o fato de ela aparentemente "parar"

antes que os reagentes sejam totalmente consumidos.

Enfim, este capítulo fornece uma visão geral sobre a relação entre as quantidades consumidas de reagentes e as quantidades formadas de produtos.

USAREMOS A SÍNTESE DA AMÔNIA VÁRIAS VEZES

COMO EXEMPLO NESTE CAPÍTULO

A amônia, NH_3, é uma substância muito importante para as indústrias químicas e para a sociedade. Ela é matéria-prima para a produção de certas variedades de plásticos, fibras têxteis, corantes, explosivos (que, ao contrário do que muita gente pensa, possuem também aplicações pacíficas e benéficas), ração para gado, medicamentos, produtos de limpeza e espuma para colchões e travesseiros. A amônia também é empregada em equipamentos de refrigeração e na fabricação de ácido nítrico.

Socialmente, talvez a mais importante das aplicações da amônia seja na produção de fertilizantes. Num mundo em que 90% ou mais da alimentação mundial vem da agricultura, a produção de fertilizantes é essencial para o plantio em larga escala.

Nas fábricas de amônia, a produção dessa substância é feita por meio da reação entre os gases nitrogênio e hidrogênio, realizada sob condições apropriadas em um reator (recipiente projetado

para a ocorrência de determinada reação química). O nitrogênio usado provém do ar atmosférico e o hidrogênio é obtido da decomposição da água pela passagem de corrente elétrica.

Um grupo de engenheiros químicos está projetando uma indústria de amônia, na qual se o de 1998.

deseja produzir diariamente oito toneladas e meia dessa substância (8,5 t 8,5 106 g).

eir

Os engenheiros devem estimar as quantidades das matérias-primas nitrogênio e hidrogênio necessárias, a cada dia, para atingir a meta desejada. Vamos abordar o problema desse cálculo em várias situações neste capítulo, ressaltando um ponto importante em cada uma delas.

M

COSWE/NSS

-TAR

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

/ITANGILYA

odução pr

MIR

Repr

MDIALV

Fábrica de

amônia em

Dorogobuzk,

Rússia, 2003.

1 Relações estequiométricas fundamentais

1.1 Coefi cientes estequiométricos

A síntese da amônia pode ser equacionada da seguinte maneira: N2 (g) 3 H2 (g) # 2 NH3 (g)

356

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

Numa equação química, os números colocados antes da fórmula de cada substância, seja reagente ou produto, são os coeficientes estequiométricos ou, simplesmente, coeficientes.

Átomos não são criados nem destruídos numa reação química. Assim, os coeficientes devem ser corretamente escolhidos a fim de que o número de átomos de um certo elemento químico seja o mesmo em ambos os membros da equação química. Quando os coeficientes estão adequadamente colocados, diz-se que a equação química está corretamente balanceada.

O correto balanceamento de uma equação química está de acordo com a Lei de Lavoisier e com a Teoria Atômica de Dalton.

Na reação equacionada anteriormente, os coeficientes são um, três e dois. Esses coeficientes informam que uma molécula de nitrogênio reage com três moléculas de hidrogênio produzindo duas moléculas de amônia.

Isso se encontra representado por meio do seguinte modelo microscópico, em que as esferas cinza representam átomos do elemento químico hidrogênio e as esferas azuis átomos do elemento químico nitrogênio.

1 N2 (g)

□

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

(Em todo

este capítulo,

o de 1998.

cO

eir

ce

átomos serão

sN

representados por

Osl

esferas em cores

dia

fantasiosas e fora

1 molécula n2

1

3 moléculas H2

#

2 moléculas nH3

de proporção.)

A equação está corretamente balanceada, ou seja, está de acordo com a Lei de Lavoisier e com a Teoria Atômica de Dalton.

Revise

Releia os capítulos 3 e 4, especialmente as partes referentes à Lei de Lavoisier, à Lei de oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Proust, à Teoria Atômica de Dalton e ao balanceamento de equações químicas.

odução pr

Neste capítulo você aplicará o que aprendeu lá.

Repr

1.2 Proporção estequiométrica entre números de moléculas são

Reagentes

Consumidos

Reação química

Modo como os átomos

diferem, em nível microscópico, no

tem

estão “arranjados”

Produtos

Formados

são

Acabamos de ver que, na equação que representa a produção da amônia, os coeficientes informam que uma molécula de N2 reage com três moléculas de H2 produzindo duas moléculas de NH3.

357

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

adilsON seccO

1 molécula

1

3 moléculas

#

2 moléculas

E se forem duas moléculas de N2 reagindo? Ora, duas moléculas de N2 reagem com seis de H2 e produzem quatro de NH3.

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

adilsON seccO

2 moléculas

1

6 moléculas

#

4 moléculas

o de 1998.eir

Analogamente, três moléculas de N2 reagem com nove de H2 e produzem seis de NH3.

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

adilsON seccO

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

3 moléculas

1

9 moléculas

#

6 moléculas

odução pr

Repr

Então, é importante perceber que os coeficientes estequiométricos não indicam necessariamente a quantidade de moléculas que reagem ao realizar essa reação.

Elas indicam a proporção entre os números de moléculas que tomam parte na reação da síntese da amônia.

1.3 Proporção estequiométrica entre quantidades em mols Como já foi visto, moléculas são entidades muitíssimo pequenas. Na menor amostra de uma substância molecular que conseguimos ver há uma quantidade extremamente grande de moléculas.

Assim, embora os coeficientes nos informem a proporção entre as moléculas que reagem, do ponto de vista de utilidade macroscópica é mais vantajoso considerar os coeficientes como indicadores da proporção entre a quantidade em mols dos participantes de uma reação.

O raciocínio para isso é simples. No caso da síntese da amônia, por exemplo, se uma molécula de N2 reage com três de H2 para formar duas de NH3, podemos dizer que 6 ? 1023 moléculas de N2 reagirão com 3 ? 6 ? 1023 moléculas de H2 produzindo 2 ? 6 ? 1023 moléculas de NH3. Como 6 ? 1023 moléculas são 1 mol de moléculas, podemos dizer que 1 mol de moléculas de N2 reage com 3 mol de moléculas de H2 produzindo 2 mol de moléculas de NH3.

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

1 N2 (g)

1

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

coce snosldi

: ase

çõart

1 molécula 3 moléculas

2 moléculas

s

ilu

6 ? 1023

6 ? 1023

6 ? 1023

1 ? 6 ? 1023 moléculas

3 ? 6 ? 1023 moléculas

2 ? 6 ? 1023 moléculas

1 mol

3 mol

2 mol

1 N2 (g)

1

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

o de 1998.eir

coce snosldi

: ase

çõarts

ilu

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

N

1

H

H

H

#

NH

NH

2

2

2

2

3

3

odução pr

Repr

1 mol

3 mol

2 mol

Os coeficientes estequiométricos informam a proporção entre as quantidades em mols dos participantes de uma dada reação química, denominada proporção estequiométrica dessa reação química.

É fundamental perceber que, ao realizar a síntese da amônia, não é apenas uma molécula de N2 que reage com três de H2 produzindo duas de NH3. Há um número muitíssimo grande de moléculas reagindo e sendo formadas. Mas há uma lei da natureza que é seguida por essa reação.

A proporção entre os números de moléculas dos participantes, assim como a proporção entre as quantidades em mols, é expressa pelos coeficientes estequiométricos.

N2

1

3 H2

#

2 NH3

Proporção entre moléculas:

1

:

3

:

2

Proporção entre mols de moléculas:

1

:

3

:

2

359

1.4 Relação entre quantidades em mols

Já estamos em condições de dar uma primeira resposta ao problema Reação química

proposto no início do capítulo, determinando as quantidades em mols de representada por

nitrogênio e hidrogênio. Inicialmente, vamos calcular a

quantidade em mols de amônia que se deseja produzir. A massa molar da amônia, calculada a Equação química

partir da consulta à tabela periódica, é 17 g/mol. E a massa de amônia que se na qual há

deseja produzir diariamente na indústria é de 8,5 ? 106 g. Assim: Massa

Quantidade de matéria

Coeficientes estequiométricos

17 g

1 mol

que expressam

V *x* 5 5,0 ? 105 mol

8,5 ? 106 g

x

Proporção entre os

Agora podemos estabelecer regras de três partindo da proporção em mols participantes da reação

expressa pelos coeficientes estequiométricos da equação química: essa proporção

envolve, em

N2 3 H

2 # 2 N

H3

princípio, a

Quantidade

Proporção:

1 mol

3 mol

2 mol

em mols

grandeza Quantidade Quantidade Quantidade

envolvida:

de matéria

de matéria

de matéria

1 mol

3 mol

2 mol

y

z

5,0 ? 105 mol

o de 1998.eir

Temos, então, uma regra de três que permite determinar o valor de *y* e outra que permite determinar o valor de *z*.

1 mol

2 mol

3 mol

2 mol

y

5,0 ? 105 mol

z

5,0 ? 105 mol

***y* 5 2,5 ? 105 mol**

***z* 5 7,5 ? 105 mol**

Assim, para produzir diariamente 5,0 ? 105 mol de amônia, a indústria gastará, também diariamente, 2,5 ? 105 mol do reagente gás nitrogênio e 7,5 ? 105 mol do reagente gás hidrogênio. Resolvemos o problema proposto no início do capítulo, expressando as respostas em quantidade de matéria.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

odução pr

Repr

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

Assim, são necessários 10 mol de NaOH para neu

1.

As reações de neutralização ácidobase são muito

tralizar 5 mol de H2SO4.

importantes na Química. Qual é a quantidade em

Note que essa resposta nada mais é que uma

mols de NaOH necessária à completa neutralização

consequência da proporção estequiométrica, que

de 5 mol de H2SO4?

revela ser necessário, em mols, o dobro de NaOH

Resolução

em relação a H2SO4.

Inicialmente, vamos fazer a equação do processo

e balanceála:

2. A propulsão do ônibus espacial envolve, entre outras, H2SO4 2 NaOH # Na2SO4 2 H2O

a reação química entre hidrogênio, H2, e oxigênio,

Por meio dessa equação, sabemos que a proporção

O

estequiométrica é de 1 mol de H

2, que produz água.

2SO4 para 2 mol de

a)

NaOH. Assim, podemos montar uma regra de três:

Escreva a equação corretamente balanceada que

representa essa reação química.

H2SO4 2 NaOH # Na2SO4 2 H2O

Proporção: 1 mol

2 mol

b) Qual é a proporção estequiométrica entre as quan

Grandeza: Quantidade Quantidade

tidades em mols dos reagentes e do produto dessa

de matéria de matéria

reação?

1 mol

2 mol

c) Quantos mols de água são produzidos quando são

V *x* 5 10 mol

consumidos 100 mol de hidrogênio e 50 mol de

5 mol

x

oxigênio?

360

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

3. O ácido fosfórico — empregado como acidulante em

sulfato de cálcio são produzidos juntamente com

certas guloseimas e em refrigerantes tipo “cola” — é

10 mol do ácido?

produzido por meio da reação entre ácido sulfúrico

4.

e apatita, Ca

(UFSCar-SP) O cloreto de potássio, KC□, é um com-

3(PO4)2, de acordo com a reação equa-

posto utilizado como fertilizante para plantas. Os íons

cionada a seguir:

K□ e C□□ apresentam raios iônicos respectivamente

Ca3(PO4)2 (aq) □ 3 H2SO4 (aq) #

iguais a 138 pm e 181 pm, em que 1 pm □ 10□12 m.

 # 2 H

O peróxido de hidrogênio, H2O2, é um produto químí-

3PO4 (aq) □ 3 CaSO4 (s)

co de grande importância industrial, decompondo-se

a) Quantos mols de ácido sulfúrico e de apatita são

quando exposto à luz. É usado em grande escala como

necessários para a produção de 10 mol de ácido

alvejante para tecidos, papel e polpa de madeira.

fosfórico?

Escreva a equação da reação de decomposição do

b) O sulfato de cálcio, outro produto da reação, é

peróxido de hidrogênio. Calcule a quantidade em mol

empregado na elaboração de massa corrida para

de moléculas do gás produzido na decomposição de

paredes e na fabricação de giz. Quantos mols de

10 mol de moléculas de peróxido de hidrogênio.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

5. (Cefet-PR) Em uma das etapas de tratamento da

de mols de água necessários para consumir, totalmente,

água, ocorre a retenção de partículas sólidas em

2 mol de carbureto é:

o de 1998.

uma massa gelatinosa constituída de hidróxido de

a) 0,5

b) 2

c) 4

d) 6

e) 8

eir

alumínio. Essa substância é preparada pela adição

de Ca(OH)

COMENTÁRIO DOS AUTORES:

2 e A2(SO4)3 à água contida em tanques

de tratamento. O número de mols de A2(SO4)3 que

A fórmula molecular do etino é C2H2.

devem reagir com suficiente Ca(OH)2 para formar

10 mol de hidróxido de alumínio é igual a:

9. (UFMS) O gás butano, C4H10, é um dos componentes do a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

e) 5

gás de cozinha. Considerando a combustão completa

de dois mol de butano, em presença de quantidade

6. (UFF-RJ) Determine a opção que indica quantos mols suficiente de O2 (g), qual o número total de mols dos

de HC□ são produzidos na reação de 0,43 mol de

reagentes e produtos envolvidos na reação?

fosgênio (COC□2) com a água, conforme a reação:

COC□

□ C

2 □ H2O # CO2 □ 2 HC□

OMENTÁRIO DOS AUTORES:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

a) 0,43

c) 0,86

e) 0,56

A equação da reação é

b) 1,00

d) 2,00

C

odução pr

4H10 (g) 13

—

2 O2 (g) ∫ 4 CO2 (g) 5 H2O (g)

Repr

7. (UCSal-BA) Na reação de óxido de alumínio com ácido sulfúrico forma-se sulfato de alumínio, A

10. (Mackenzie-SP) C

2(SO4)3.

2H6O 3 O2 ∫ 2 CO2 3 H2O

Para se obterem 3 mol desse sulfato, quantos mols

A equação acima representa a combustão do etanol.

do ácido são necessários?

Se após 2 horas de reação forem produzidos 48 mol de

a) 3

b) 6

c) 9

d) 12

e) 15

CO2, a quantidade em mol de etanol consumido em

1 minuto é de

8. (PUC-RS) Da hidrólise do carbureto de cálcio, de fórmula a) 0,5 mol. c) 0,04 mol.

e) 12,0 mol.

CaC2, obtêm-se o etino e o hidróxido de cálcio. O número

b) 24,0 mol.

d) 0,2 mol.

1.5 Relação entre massas

No item 1.4 calculamos as quantidades em mols de nitrogênio e hidrogênio necessárias à produção de 8,5 106 g de amônia.

Se a intenção é determinar a massa de cada um desses reagentes, uma maneira de fazer isso é a seguinte: obter as massas molares consultando a tabela periódica e, a partir delas e das quantidades em mols já determinadas, calcular a massa de cada um dos dois gases.

Há, contudo, um meio mais direto de chegar às massas dos reagentes. Em vez de montar-mos regras de três envolvendo as quantidades em mols, como fizemos anteriormente, podemos montá-la com base nas massas.

361

A ideia envolvida é simples. Os coeficientes nos fornecem a proporção em mols. Consultando a tabela periódica, chegamos às massas molares dos participantes e, de posse delas, montamos uma regra de três envolvendo massas.

N2 3 H2 # 2 NH3

Proporção: 1 mol

3 mol

2 mol

A massa

A massa

A massa

de 1 mol de

de 1 mol de

de 1 mol de

n2 é 28 g

H2 é 2 g

nH3 é 17 g

grandeza

envolvida: Massa

Massa

Massa

28 g

3 ? 2 g

2 ? 17 g

x

y

8,5 ? 106 g

Temos, então, uma regra de três que permite determinar a massa de nitrogênio (*x*) e outra que permite determinar a massa de

hidrogênio (*y*), necessárias à produção de 8,5 ? 106 g de amônia.

28 g

2 ? 17 g

3 ? 2 g

2 ? 17 g

x

8,5 ? 106 g

y

8,5 ? 106 g

***x* 5 7,0 ? 106 g**

***y* 5 1,5 ? 106 g**

o de 1998.eir

Assim, para produzir diariamente 8,5 t de amônia, a indústria gastará, também diariamente, 7,0 t de gás nitrogênio e 1,5 t de gás hidrogênio (1 t 5 106 g).

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

12. Observe os seguintes modelos:

11. (FGVSP) Balanceandose a reação

A,2(SO4)3 □ 3 Ca(OH)2 # y A,(OH)3 □ z CaSO4

corretamente, obtêmse os valores de y e z.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Qual a massa necessária de Ca(OH)

adilsON seccO

2 para reagir

completamente com w quilogramas de A,2(SO4)3?

odução pr

Eles representam, em nível molecular, um sistema

Repr

Dados:

gasoso antes e depois de uma reação química.

Massas molares de A,2(SO4)3 5 342 g z mol□1,

As esferas vermelhas representam átomos de oxigê

Ca(OH)2 5 74 g z mol□1 e w 5 y 1 z

nio, as pretas átomos de carbono e as azuis átomos de

a) 3,25 quilogramas.

d) 1,08 quilogramas.

nitrogênio. Sobre o sistema, responda às questões.

b) 5,40 quilogramas.

e) 67,57 gramas.

a) Equacione a reação envolvida.

c) 4,62 quilogramas.

b) Admita que, no início, haja 1 mol de moléculas de

cada reagente. Qual a massa total dos reagentes?

Resolução

E a massa total dos produtos?

A equação corretamente balanceada é:

c) Compare as respostas do item anterior e diga se

A,

estão de acordo com a Lei de Lavoisier.

2(SO4)3 3 Ca(OH)2 # 2 A,(OH)3 3 CaSO4

Assim, y 5 2, z 5 3 e w 5 5. O enunciado infor

13. (UFSC) ***"Houston, we have a problem."*** **Ao enviar essa ma que w kg (isto é, 5 kg) de A,2(SO4)3 reagem.**

mensagem em 13 de abril de 1970, o comandante da

Portanto:

missão espacial Apollo 13, Jim Lovell, sabia: a vida

1 A,2(SO4)3 3 Ca(OH)2

de seus companheiros e a sua própria estavam em

Proporção: 1 mol

3 mol

perigo. Um dos tanques de oxigênio da nave explodi

Grandeza: Massa

Massa

ra. Uma substância, o superóxido de potássio (K2O4),

342 g bb 3 z 74 g V

poderia ser utilizada para absorver o CO

x 5 3,25 kg

2 e ao mesmo

5 kg bb x

tempo restaurar o O2 na nave.

Calcule, segundo a equação

Alternativa a.

K2O4 □ CO2 # K2CO3 □ 3

_2 O2,

362

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

a massa, em kg, de K2O4 necessária para consumir

ladas de enxofre a menos, por dia, na atmosfera.

todo o CO2 exalado por um tripulante durante 72 ho-

Sabe-se que o enxofre contido no óleo é, na realida-

ras se, em média, uma pessoa exala 1,0 kg de CO

de, transformado em SO

2

2 (um gás) no momento da

por dia. (O □ 16, C □ 12, K □ 39.)

queima (combustão). Qual a massa (em toneladas)

deste gás que deixará de ser lançada na atmosfera,

14. (Unicamp-SP) Há alguns meses, a Petrobras anunciou por dia, devido à melhoria anunciada?

que reduziria, de 5% para 3%, o teor de enxofre no

(Dados: massas atômicas relativas: O □ 16; S □ 32.)

óleo combustível. Isso significa cerca de 272 tone-

S □ O2 ∫ SO2

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

15. (UFPE) Superóxido de potássio, KO2, é utilizado em (Densidade do etanol □ 0,8 g/cm3; massa molar da

equipamentos de respiração em sistemas fechados

sacarose □ 342 g/mol; massa molar do etanol □

para remover o dióxido de carbono e a água do ar

□ 46 g/mol.)

exalado. A remoção de água gera oxigênio para a

respiração pela reação:

17. (UnB-DF) A reação entre dimetilidrazina —

4 KO

(CH3)2NNH2 — e tetróxido de dinitrogênio — N2O4

2 (s) □ 2 H2O (□) # 3 O2 (g) □ 4 KOH (s)

— é usada como propelente de foguetes espaciais.

O hidróxido de potássio remove o dióxido de carbono

do equipamento pela reação:

Os produtos da reação são água, dióxido de carbono

e nitrogênio molecular. Escreva a equação química

KOH (s) CO2 (g) # KHCO3 (s)

balanceada para essa reação e calcule a massa de

o de 1998.eir

Dados: Massas molares (g mol1): K 39; H 1;

N

O 16.

2O4, em quilogramas, necessária para reagir com

30 kg de dimetilidrazina.

Determine a massa de superóxido de potássio neces-

Massas molares:

sária para gerar 20 g de O2. (Indique o inteiro mais

M(C)

próximo.)

12 g/mol

M(N) 14 g/mol

M(H) 1,0 g/mol M(O) 16 g/mol

16. (Unicamp-SP) A obtenção de etanol, a partir de sacarose (açúcar) por fermentação, pode ser representada

18. (UFRGS-RS) A combustão completa da glicose,

pela seguinte equação:

C6H12O6, é responsável pelo fornecimento de energia

C

ao organismo humano. Na combustão de 1,0 mol

12H22O11 H2O # 4 C2H5OH 4 CO2

de glicose, o número de gramas de água formado é

Admitindo-se que o processo tenha rendimento de

igual a

100% e que o etanol seja anidro (puro), calcule a massa

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

(em kg) de açúcar necessária para produzir um volume

a) 6

d) 108

de 50 litros de etanol, suficiente para encher um tanque

b) 12

e) 180

odução pr

de um automóvel.

c) 18

Repr

1.6 Relação entre quantidades em mols, massas,

moléculas, fórmulas e átomos

Como já sabemos, os coeficientes da equação nos fornecem a proporção em quantidade de matéria (expressa em mols). Conhecida a proporção em mols, é possível relacioná-la com massas, moléculas (compostos moleculares), fórmulas

(compostos iônicos) ou até mesmo átomos das substâncias participantes da reação. Vejamos, na próxima página, um exemplo bastante ilustrativo de como isso é possível.

representada

por

na qual há

que expressam

Reação

Equação

Coeficientes

Proporção entre

química

química

estequiométricos

os participantes

da reação

conforme a conveniência,

pode ser expressa em

Quantidade

Massa

Número de

Número de

Número de

em mols

átomos

moléculas

fórmulas

363

Observe a equação abaixo que representa a reação entre prata e ácido nítrico, ocorrida em condições ambientes.

3 Ag (s) 1 4 HnO3 (aq) # 3 AgnO3 (aq) 1 1 nO (g) 1 2 H2O (,)
Fazendo-se reagir 3,6 ? 1022 átomos de prata com quantidade suficiente de ácido nítrico, calcule:

a) a massa do ácido nítrico que reagiu;

b) o número de fórmulas do nitrato de prata formado;

c) o número de moléculas de NO gasoso formado;

d) a quantidade de matéria expressa em mols de água formada.

3 Ag (s) 1 4 HnO3 (aq) # 3 AgnO3 (aq) 1 1 nO (g) 1 2 H2O (,)
Proporção:

3 mol

4 mol

3 mol

1 mol

2 mol

grandezas número

Massa número de número de

Mols

envolvidas: de átomos

fórmulas

moléculas

o de 1998.eir

Transformando

mol em:

3 ? 6 ? 1023

4 ? 63 g

3 ? 6 ? 1023

1 ? 6 ? 1023

2 mol

átomos massa fórmulas moléculas mols

Dados do

problem

a:

3,6 ? 1022

x

y

z

w

átomos massa fórmulas moléculas mols

Teremos, assim, quatro regras de três que nos permitirão determinar a massa do HNO3 (***x*****), o número de fórmulas de AgNO3 (** ***y*****), o número de moléculas de NO (** ***z*****) e a quantidade de matéria expressa em mol de H2O (** ***w*****).**

3 ? 6 ? 1023

4 ? 63 g

3 ? 6 ? 1023

6 ? 1023

2 mol

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

3,6 ? 1022

x

y

z

w

odução pr

Repr

x **5 5,04 g** ***y*** **5 3,6 ? 1022 fórmulas** ***z*** **5 1,2 ? 1022 moléculas** ***w*** **5**

0,04 mol Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

Resolução

19. O gás cloro é produzido industrialmente a partir do MnO2

4 HC,

C,2

cloreto de sódio. Em laboratório, contudo, quando

Proporção: 1 mol

4 mol

1 mol

é necessária pequena quantidade desse gás, pode

Grandezas: Massa Quantidade

Número

se obtêlo por meio da reação entre o dióxido de

de matéria de moléculas

manganês e o ácido clorídrico, que pode ser assim

87 g

4 mol

6 ? 1023

equacionada:

moléculas

MnO2 (s) 4 HC, (aq) #

 # MnC

29 g

x

y

,2 (aq) 2 H2O (,) C,2 (g)

Nessa reação, desejase utilizar 29 g de dióxido

***x* 5 1,3 mol**

***y* 5 2 ? 1023 moléculas**

de manganês.

a) Quantos mols de HC, são necessários?

a) É necessário 1,3 mol de HC,.

b) Quantas moléculas de cloro serão produzidas?

b) São produzidas 2 ? 1023 moléculas de C,2.

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

20. (UEMPR) O principal componente do cimento do

As equações abaixo representam os processos de

tipo portland é a cal virgem, nome popular do óxido

oxidação e limpeza.

de cálcio. Esse composto, quando hidratado, forma

o hidróxido de cálcio, também conhecido como cal

oxidação

apagada. Qual o volume de água necessário para

reagir estequiometricamente com 18 ? 1023 moléculas

4 Ag (s) 2 H2S (g) 1 O2 (g) # 2 Ag2S (s) 2 H2O (,)

[fórmulas] de cal virgem?

Considere a densidade da água igual a 1 g/mL.

limpeza

(Dados: Ca 5 40; O 5 16 e H 5 1.)

2 A, (s) 3 Ag2S (s) # 2 A,3 (aq) 3 S2 (aq) 6 Ag (s) 21. (Uerj) Objetos de prata são oxidados por poluentes atmosféricos, adquirindo uma coloração escura.

Num processo de limpeza, foram recuperados 6 ? 1021 áto

Um dos modos de limpeza destes objetos consiste

mos de prata. Admitindose que a reação apresente 100%

em embrulhálos em papelalumínio e mergulhálos

de rendimento, calcule a massa de alumínio consumida

em uma solução ligeiramente alcalina.

neste processo.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

22. (UFPE) Nas usinas siderúrgicas, a obtenção de ferro que 1 mol de ozônio seja totalmente transformado

o de 1998.

metálico a partir da hematita envolve a seguinte

em moléculas de oxigênio, o número de moléculas

eir

reação (não balanceada):

produzidas é:

a) 3,01 ? 1023

d) 12,04 ? 1023

Fe2O3 (s) CO (g) # Fe (s) CO2 (g)

b) 6,02 ? 1023

e) 18,06 ? 1023

Percebese desta reação que o CO

c) 9,03 ? 1023

2 é liberado para a

atmosfera, podendo ter um impacto ambiental grave

24. (Ufes) O número de moléculas de NO formadas,

relacionado com o efeito estufa. Qual o número de

juntamente com a água, na reação da amônia (NH

moléculas de CO

3)

2 liberadas na atmosfera, quando

com 3,60 ? 1021 moléculas de oxigênio é:

um mol de óxido de ferro (III) é consumido na

a) 3,60 ? 1021

d) 1,80 ? 1021

reação? Considere: Constante de Avogadro igual a

b)

6

2,88 ? 1021

e) 6,02 ? 1021

? 1023 mol□1.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

c) 2,40 ? 1021

a) 6 ? 1023

d) 36 ? 1023

odução pr

b) 24 ? 1023

e) 18 ? 1023

25. (UFFRJ) Em relação à produção de fosfato de sódio Repr

c) 12

por meio da reação do ácido fosfórico com um excesso

? 1023

de hidróxido de sódio, pedese:

23. (UFRGSRS) Os clorofluorcarbonos (CFCs) sofrem

a) a equação balanceada para a reação;

decomposição nas altas camadas da atmosfera,

b) a quantidade, em gramas, de fosfato de sódio

originando átomos de cloro, os quais atacam moléproduzido ao se utilizarem 2,5 ? 1023 moléculas culas de ozônio (O3), produzindo oxigênio. Supondo

de ácido fosfórico.

2 Relações estequiométricas com volume de gás

2.1 Lei Volumétrica de Gay-Lussac

No trabalho científico, as observações desempenham papel fundamental. A partir delas é possível elaborar generalizações, enunciando as leis da natureza. Entre essas leis estão a de Lavoisier e a de Proust, intimamente relacionadas com o cálculo estequiométrico.

No início do século XIX, o cientista francês Gay-Lussac realizou uma série de experiências nas quais mediu, nas mesmas condições de pressão e temperatura, o volume de gases envolvidos em reações químicas.

365

Considere os seguintes dados experimentais: volume de gás nitrogênio gasto, volume de gás hidrogênio gasto e volume de gás amônia produzido em uma série de repetições da reação de

síntese da amônia. Todos os volumes foram medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura.

Diversos

nitrogênio

□

hidrogênio

#

amônia

experimentos

1o

50 mL

150 mL

100 mL

2o

100 mL

300 mL

200 mL

3o

500 mL

1.500 mL

1.000 mL

4o

1 L

3 L

2 L

5 o

2 L

6 L

4 L

6 o

3 L

9 L

6 L

7o

4 L

12 L

8 L

A que conclusão podemos chegar por meio desses dados?

o de 1998.eir

De uma repetição para a outra, variam os volumes dos participantes gasosos. Mas a proporção entre os volumes desses participantes é constante.

N2 3 H2 # 2 N

H3

Proporção entre volumes: 1

:

3

:

2

Fundamentado em resultados experimentais como esses que utilizamos como exemplo, Gay-

-Lussac pôde enunciar uma lei natural.

Os volumes das substâncias gasosas que participam de uma reação química, medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura, mantêm entre si uma proporção oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

fixa. Essa proporção pode ser expressa por meio de números inteiros e pequenos.

odução pr

Essa é a Lei Volumétrica de gay-Lussac.

Repr

2.2 Interpretação da Lei Volumétrica de Gay-Lussac

Gay-Lussac viveu de 1778 a 1850. Nessa época ainda não havia muita clareza sobre as fórmulas das substâncias nem sobre as equações químicas corretamente balanceadas. O conceito de mol ainda não havia sido elaborado.

Com base nas ideias aceitas atualmente, pode-se propor uma explicação para a Lei de Gay-

-Lussac. Primeiramente, perceba que a proporção entre volumes dos participantes gasosos é a mesma que a existente entre mols:

N2 3 H2 # 2 NH3

Proporção entre volumes: 1

:

3

:

2

Proporção entre mols:

1

:

3

:

2

A partir da Lei do Gás Ideal podemos determinar o volume de uma amostra gasosa em função de sua quantidade em mols, de sua pressão e de sua temperatura. Considerando que várias amostras gasosas tenham seus volumes determinados nas mesmas condições de pressão e temperatura, é possível demonstrar que o volume é diretamente proporcional à quantidade em mols.

366

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

A demonstração é feita a seguir, na qual “k” representa um valor constante.

constante (k)

Refl ita

Em equação: V 5 n ? R ? T

———

P

V V 5 k ? n Por que a Lei Volumétrica de Gay-Lussac

Em palavras: Para gás ideal, a pressão e temperatura constantes, o volume e a quantidade em mols na amostra são diretamente propor-não vale para os lí-

cionais.

quidos e os sólidos

participantes de uma

Então, como o volume é diretamente proporcional à quantidade em mols reação química?

(com pressão e temperatura constantes), a proporção entre os volumes de gases que participam de uma reação (com pressão e temperatura constantes) é a mesma proporção que existe entre as quantidades em mols desses participantes. Essa é uma interpretação atual para a Lei Volumétrica de Gay-Lussac.

cOce s

T

T

T

T

T

T

NOs

P

P

P

P

P

P

ldi

o de 1998.

: a

eir

se

çõarts

N

H

H

H

NH

NH

ilu

2

2

2

2

3

3

1 volume

3 volumes

2 volumes

2.3 Relação entre volumes

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Voltemos ao problema proposto no início deste capítulo. Anteriormente, calculamos as quantidades em mols e também as massas de nitrogênio e hidrogênio necessárias à produção de odução pr

8,5 t de amônia.

Repr

Agora, o objetivo é determinar o volume de cada um desses reagentes. Vamos aproveitar o fato de que os volumes de substâncias gasosas são proporcionais à quantidade em mols e incor-porar o volume na elaboração de regras de três. Serão determinados os volumes de N2 e de H2, medidos a 25 ˚C e 1 atm, necessários à produção de 8,5 t de NH3.

A montagem pode ser feita como segue, em que utilizamos a informação de que o volume molar dos gases, a 25 ˚C e 1 atm, é 24,5 L. Essa informação é tabelada (veja, por exemplo, a tabela 1 no item 4 do capítulo 14) ou pode ser calculada empregando a Lei do Gás Ideal com n 5 1 mol, P 5 1 atm e T 5 298 K.

N2

3 H

2 # 2 N

H3

Proporção:

1 mol

3 mol

2 mol

O volume molar

O volume molar

A massa

de gás a 25 ˚C e

de gás a 25 ˚C e

de 1 mol de

1 atm é 24,5 L

1 atm é 24,5 L

nH3 é 17 g

grandezas

envolvidas:

Volume Volume Massa

24,5 L

3 ? 24,5 L

2 ? 17 g

x

y

8,5 ? 106 g

367

Temos, então, uma regra de três que permite determinar o volume de nitrogênio (*x*) e outra que permite determinar o volume de hidrogênio (*y*), ambos medidos a 25 ˚C e 1 atm, necessários à produção de 8,5 106 g de amônia.

24,5 L

2 17 g

3 24,5 L

2 17 g

x

8,5 106 g

y

8,5 106 g

***x* 6,1 106 L**

***y* 1,8 107 L**

Assim, para produzir diariamente 8,5 t de amônia, a indústria gastará diariamente 6,1 106 L de gás nitrogênio e 1,8 107 L de gás hidrogênio, volumes medidos a 25 °C e 1 atm.

Se desejássemos determinar esses volumes em outras condições de pressão e temperatura bastaria empregar, no lugar de 24,5 L, o volume molar de gás nas condições desejadas.

2.4 Relação entre quantidades em mols, massas,

moléculas, átomos e volumes

Como já sabemos, os coeficientes da equação nos fornecem a proporção Reação química

em quantidade de matéria (expressa em mols). Conhecida a proporção em representada por

mols, vimos que é possível relacioná-la com massas, moléculas, fórmulas ou até mesmo átomos das substâncias participantes da reação. Vejamos agora um Equação química

o de 1998.eir

exemplo bastante ilustrativo de como é possível também relacionar coeficientes na qual há

da equação com volumes, quando houver participante(s) no estado gasoso.

Observe a equação abaixo que representa a reação entre sódio metálico e Coeficientes estequiométricos água, ocorrida em condições ambientes.

que expressam

(Considere o volume molar nas condições ambientes 24 L mol1.) Proporção entre os

2 Na (s) 2 H2O () # 2 NaOH (aq) 1 H2 (g) participantes da reação

Fazendo-se reagir 7,2 1022 átomos de sódio com quantidade suficiente conforme a

de água, calcule:

conveniência,

Quantidade

a) o número de moléculas de água que reagiu;

pode ser

em mols

expressa em

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b) a massa do hidróxido de sódio formado;

c) o volume de H2 gasoso formado nas condições ambientes.

Massa

odução pr

Repr

2 Na (s) 2 H2O () # 2 NaOH (aq) 1 H2 (g) Proporção:

2 mol

2 mol

2 mol

1 mol

Volume

Grandezas

Número

Número

Massa

Volume

envolvidas:

de átomos

de moléculas

Número de

moléculas

Transformando

mol em:

2 6 1023

2 6 1023

2 40 g

24 L

Número de

átomos moléculas

massa

volume

átomos

Dados do

problema: 7,2

1022

x

y

z

átomos moléculas

massa

volume

Número de

fórmulas

Teremos, assim, regras de três que nos permitirão determinar o número de moléculas de H2O (*x*), a massa de NaOH (*y*) e o volume de H2 (*z*).

Número de

2 6 1023

2 6 1023

2 40 g

24 L

íons

7,2 1022

x

y

z

***x* 7,2 1022 moléculas**

***y* 4,8 g**

***z* 1,44 L**

368

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

gAy-LuSSAC

Nos primórdios do século XIX, surgiram muitas dificuldades para se escreverem as K c O

fórmulas e equações corretas. Um exemplo é a reação para o preparo de óxido nítrico, t s N i t

que, hoje, é assim escrita:

a l / y r a

N

r

2 (g) O2 (g) # 2 NO (g)

b il Ot

Gay-Lussac, em 1805, estudou os volumes relativos de nitrogênio e oxigênio que Oh

se combinavam nessa reação e constatou que eram iguais. Constatou também que o pecN

volume de óxido nítrico produzido era igual ao volume total de

nitrogênio e oxigênio iec

consumido. Com base nesse e numa série de estudos similares, propôs que os volumes y/s

r

combinados de gases se mantinham em proporções simples como as massas combinadas dos átomos, e considerou esse trabalho uma confirmação da teoria de Dalton.

sheila ter

Dalton, entretanto, pensou apenas em termos de átomos se combinando quando os m Joseph-Louis Gay-elementos reagem. Assim, escreveu esta reação: N

-Lussac (1778-1850).

O # NO, e achou que, se havia Retrato colorizado,

uma relação direta entre os volumes combinados e as massas combinantes, o volu- séc. XIX. Coleção me de NO formado seria apenas a metade do volume total de nitrogênio e oxigênio particular.

consumidos. Achou melhor acreditar que os resultados experimentais de Gay-Lussac não eram dignos de confiança. Avogadro reconheceu a dificuldade e publicou uma declaração, em 1811, em que formulava a hipótese de que as substâncias elementares podem existir como moléculas poliatômicas. Somente em 1860, quando um dos estudantes de Avogadro, chamado Cannizzaro, confirmou a hipótese, é que os químicos o de 1998.eir

começaram a acreditar em sua importância.

Fonte: SLABAUGH, W. H. e PARSONS, T. D. *Química Geral*. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982. p. 27.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

26. (FuvestSP) Em um artigo publicado em 1808, Gay

27. Seja a reação abaixo, na qual todos os gases se en

Lussac relatou que dois volumes de hidrogênio reacontram nas mesmas condições de P e T: gem com um volume de oxigênio, produzindo dois

2 H

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2 (g) 1 O2 (g) # 2 H2O (v)

volumes de vapor de água (volumes medidos nas

Calcule o volume da mistura (H

mesmas condições de pressão e temperatura).

2 (g) O2 (g)) necesodução pr

sário para produzir 400 mL de água (v).

Em outro artigo, publicado em 1811, Avogadro afir

Repr

a) 600 mL

mou que volumes iguais, de quaisquer gases, sob as

mesmas condições de pressão e temperatura, contêm

b) 400 mL

o mesmo número de moléculas.

c) 200 mL

Dentre as representações abaixo, a que está de acordo

d) 1.200 mL

com o exposto e com as fórmulas moleculares atuais

e) 800 mL

do hidrogênio e do oxigênio é:

28. (PUCPR) Aplicando a Lei de GayLussac, das com

a)

binações em volume, qual a contração em volume

+

experimentada na equação abaixo, mantendose constantes as condições de pressão e temperatura para os O

b)

+

reagentes e produtos gasosos?

c

ec

N2 3 H2 # 2 NH3

s

ONs

a) 100%

d) 30%

ild

c)

+

a

b) 60%

e) 20%

s:eõ

c) 50%

çart d)

+

s

Exercício Resolvido

ilu

29. O gás oxigênio é extraído industrialmente do ar

e)

+

atmosférico. Em laboratório, pode ser obtido pela

decomposição do KC,O

= Hidrogênio

= Oxigênio

3 sólido que, aquecido

369

salvavidas, de volume igual a 8,20 L, pressão de

numa aparelhagem como a ilustrada a seguir,

3,00 atm e temperatura de 27,0 °C.

produz KC, sólido e O2 gasoso.

a) 7,94 g

d) 44,4 g

Gás

oxigênio

b) 11,1 g

e) 87,7 g

c) 37,8 g

31. (PUCRS) Um dos efeitos da chamada "chuva ácida" causada pelo SO2 (g) lançado na atmosfera é a transformação do mármore, CaCO3 (s), em gesso,

CaSO4 (s), que pode ser representado pelas seguintes

adilsON seccO

equações:

KC,O3

2 SO2 (g) O2 (g) # 2 SO3 (g)

Água

SO3 (g) H2O (,) # H2SO4 (aq)

H2SO4 (aq) CaCO3 (s) #

Para produzir 500 mL de O

 # CaSO4 (s) H2O (,) CO2 (g)

2, recolhido a 30 °C e 1 atm,

qual deve ser a massa de KC,O

A quantidade de gesso que pode ser formada, no

3 decomposta?

(Dado: volume molar de gás a 30 °C e 1 atm

máximo, pela reação de 44,8 litros de SO

5 25 L.)

2 (g) lançado

na atmosfera, nas CNTP, é:

Resolução

a) 34 g.

d) 272 g.

Pelos dados, podese equacionar a reação:

b) 68 g.

e) 340 g.

o de 1998.

2 KC,O3 (s) # 2 KC, (s) 3 O2 (g)

ou

c) 136 g.

eir

KC,O3 (s)

 # KC, (s)

3

_2 O2 (g)

32. (FuvestSP) O equipamento de proteção conheci

E, pelos coeficientes, podemos executar o cálculo

do como *air-bag*, usado em automóveis, contém

estequiométrico:

substâncias que se transformam, em determinadas

2 KC,O

condições, liberando N

3 3 O2

2, que infla um recipiente de

Proporção: 2 mol 3 mol

plástico.

Grandezas: Massa

Volume

As equações das reações envolvidas no processo são:

2 NaN

2

3 # 2 Na 3 N2

? 122,5 g bbb 3 ? 25 L

V

azoteto de sódio

x

bbb 0,500 L

10 Na 2 KNO3 # K2O 5 Na2O N2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

V *x* 5 1,63 g

a) Considerando que N2 é gerado nas duas reações,

calcule a massa de azoteto de sódio necessária

odução pr

para que sejam gerados 80 L de nitrogênio, nas

Repr

30. (UFPI) Pilotos levam tabletes de LiH para, no caso de condições ambientes.

acidente no mar, encher barcos ou coletes salvavidas

b) Os óxidos formados, em contato com a pele, pocom gás hidrogênio obtido da reação desse composto dem provocar queimadura. Escreva a equação da

com água:

reação de um desses óxidos com a água contida

LiH H2O # LiOH H2

na pele.

Considerando R 5 0,082 atm ? L

———

mol ? K , indique quantos

(Dados: Volume molar do gás nas condições ambiengramas de LiH são necessários para inflar um barco tes 5 25 L/mol; massa molar do NaN3 5 65 g/mol.)

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

33. O ozônio pode ser totalmente decomposto, formando, 34. Seja a equação 2 CO (g) 1 O2 (g) # 2 CO2 (g) como único produto, oxigênio molecular. Quando

(P 5 1 atm; T 5 300 K). Para obter 30 L de CO2 nessas

30 L de ozônio gasoso (à pressão P e temperatura T)

condições, qual o volume gasto da mistura gasosa

se decompõem, qual o volume de O

(CO (g)

2 (g) medido à

O2 (g))?

pressão P e temperatura T?

a) 90 L

d) 15 L

a) 30 L

c) 45 L

e) 60 L

b) 45 L

e) 55 L

b) 18 L

d) 90 L

c) 30 L

370

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

35. (FuvestSP) Uma jovem senhora, não querendo reum número cada vez maior de países. O controle das velar sua idade, a não ser às suas melhores amigas,

emissões de dióxido de enxofre gasoso, provenientes

convidouas para festa de aniversário, no sótão de

da queima de carvão que contém enxofre, pode ser

sua casa, que mede 3,0 m □ 2,0 m □ 2,0 m. O bolo

feito pela reação desse gás com uma suspensão de

de aniversário tinha velas em número igual à idade

hidróxido de cálcio em água, sendo formado um

da jovem senhora, cada uma com 1,55 g de parafina.

produto não poluidor do ar.

As velas foram queimadas inteiramente, numa reação

A queima do enxofre e a reação do dióxido de enxofre

de combustão completa. Após a queima, a porcentacom o hidróxido de cálcio, bem como as massas de gem de gás carbônico, em volume, no sótão, medido

algumas das substâncias envolvidas nessas reações,

nas condiçõesambiente, aumentou de 0,88%. Conpodem ser assim representadas: sidere que esse aumento resultou, exclusivamente,

enxofre (32 g) □ oxigênio (32 g) #

da combustão das velas.

 # dióxido de enxofre (64 g)

Dados: massa molar da parafina, C22H46 5 310 g mol□1;

dióxido de enxofre (64 g) □ hidróxido de cálcio (74 g) #

volume molar dos gases nas condiçõesambiente de

pressão e temperatura

 # produto não poluidor

5 24 L mol□1.

a) Escreva a equação de combustão completa da

Dessa forma, para absorver todo o dióxido de enxofre

parafina.

produzido pela queima de uma tonelada de carvão

b) Calcule a quantidade de gás carbônico, em mols,

(contendo 1% de enxofre), é suficiente a utilização

no sótão, após a queima das velas.

de uma massa de hidróxido de cálcio de, aproximadamente,

c) Qual é a idade da jovem senhora? Mostre os cál

a) 23 kg.

c) 64 kg.

e) 138 kg.

culos.

b) 43 kg.

d) 74 kg.

o de 1998.

36. (UnBDF) Um aluno decidiu realizar um projeto de eir

39. (UFMS) A decomposição total de 20 litros de hidreto Química para sua escola, investigando o teor de iode fósforo, PH

dato de potássio em uma marca de sal. Uma amostra

3 (g), produziu fósforo e certo volume

V de gás hidrogênio, segundo a equação não balande massa igual a 1,0 g do sal de cozinha foi dissolvida ceada, PH

em água e o iodo foi precipitado na forma de iodeto

3 (g) ∫ P (s) □ H2 (g). Se os volumes das

espécies gasosas forem medidos nas mesmas condide prata (AgI), conforme representado pelas seguintes ções de pressão e temperatura, qual o volume, em

equações:

litros, de gás hidrogênio produzido?

KIO3 (aq) 3 H2SO3 (aq) # KI (aq) 3 H2SO4 (aq)

40. (UFJFMG) Existem vários tipos de extintores de in

KI (aq) AgNO3 (aq) # AgI (s) KNO3 (aq)

cêndio, um deles é chamado de "extintor de espuma".

Sabendo que a massa de iodeto de prata obtida foi de

No seu interior, encontramse, em dois comparti4,70 ? 10 5 g e considerando que M (KIO3) 5 214 g/mol mentos separados, carbonato de sódio sólido e ácido

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

e M (AgI) 5 235 g/mol, calcule, em gramas, a massa

sulfúrico aquoso. Quando esse tipo de extintor é code iodato de potássio presente em uma tonelada de locado de cabeça para baixo, um tampão que separa

odução pr

sal. Despreze a parte fracionária de seu resultado,

os compartimentos se rompe e permite que ocorra a

Repr

caso exista.

seguinte reação:

37. (UFSCarSP) O carbonato de cálcio é o principal Na2CO3 (s) H2SO4 (aq) ∫

constituinte de diversos materiais da natureza, como

∫ Na2SO4 (aq) H2O (,) CO2 (g)

mármore, calcário, casca de ovos, entre outros. Num

a) Qual é o tipo de reação que acontece e qual é o

sistema aberto, quando aquecido a altas temperanome do sal formado?

turas, o carbonato de cálcio se decompõe em óxido

b) Esses extintores não podem ser utilizados para

de cálcio (“cal viva”) e dióxido de carbono.

apagar fogo em instalações elétricas, pois a

a) Escreva a equação química de decomposição do

espuma formada pelos produtos da reação é

carbonato de cálcio com os respectivos estados

eletrolítica, ou seja, conduz corrente elétrica.

físicos das substâncias nas condições ambientes.

Explique por que essa condutividade aparece.

Explique se é possível ou não a verificação da Lei

c) Outros extintores são chamados de extintores de

de Lavoisier com esse experimento.

pó químico e utilizam substâncias sólidas, por

b) Calcule a massa de óxido de cálcio e o volume de

exemplo, bicarbonato de sódio que, ao entrar em

gás liberado nas CNTP, quando 200 g de carbonato

contato com o material que está queimando, se

decompõe pelo calor e libera CO

de cálcio se decompõem totalmente.

2 de acordo com

a reação abaixo:

Dados: Volume molar nas CNTP: 22,4 L/mol. Utilize a

Classificação Periódica para obter massas atômicas.

2 NaHCO

D

3 (s) ∫ Na2CO3 (aq) H2O (,) CO2 (g)

38. (EnemMEC) Atualmente, sistemas de purificação de

Quantos litros de CO2 seriam gerados a partir de

emissões poluidoras estão sendo exigidos por lei em

1 kg de bicarbonato, considerando as CNTP?

371

3 Reagente limitante e reagente em excesso

3.1 Excesso de reagente verifi cado pela proporção entre mols Voltemos à síntese da amônia. Para cada molécula de N2 que reage, três moléculas de H2 reagem também. Assim, como já sabemos, há uma proporção entre as quantidades de moléculas que participam da reação e, por conseguinte, uma proporção entre as quantidades em mols.

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

cOce sNOsldia

Para uma dada quantidade de N2, se colocarmos mais H2 que o necessário, as moléculas de H2 em excesso não reagirão porque não há moléculas disponíveis de N2 para reagir com elas.

o de 1998.

O esquema a seguir ilustra a síntese da amônia acontecendo na presença de excesso do reagente eir

gás hidrogênio. Como você pode perceber, quando a reação se completa, o excesso de um reagente permanece sem reagir.

1 N2 (g)

3 H2 (g)

#

2 NH3 (g)

cOce sNOsldia

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Podemos avaliar a presença de excesso consultando a proporção em mols, expressa pelos odução pr

Repr

coeficientes estequiométricos.

N2 3 H

2

 # 2 N

H3

Proporção entre mols de reagentes: 1 mol

3 mol

Se as quantidades em mols dos reagentes estiverem presentes exatamente na proporção estequiométrica, então dizemos que não há excesso de nenhum deles. Contudo, se eles não estiverem presentes nessa proporção, então um deles estará em excesso.

Por exemplo, se forem colocados para reagir 10 mol de N2 e 40 mol de H2, haverá excesso de 10 mol de H2. E, se forem colocados para reagir 20 mol de N2 e 30 mol de H2, haverá excesso de 10 mol de N2.

Denomina-se reagente limitante o reagente consumido totalmente em uma reação química. Após o consumo do reagente limitante não se pode formar mais produto na reação, ou seja, a reação termina.

Denomina-se reagente em excesso o reagente presente numa quantidade superior à necessária para reagir com a quantidade presente do reagente limitante.

372

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

A presença de excesso de um reagente é similar à construção de bicicletas, envolvendo rodas, quadros e conjuntos de pedais. Façamos uma analogia com as ilustrações A e B. A imagem A mostra que, na montagem de uma bicicleta, há uma proporção entre rodas, quadros e conjuntos de pedais. Observe que, no caso B, há excesso de 1 roda e 1 conjunto de pedais. Após o tér-mino dos 2 quadros (2 bicicletas) é impossível construir mais

bicicletas. Os quadros, no caso, limitam a obtenção de mais bicicletas.

Quatro

Dois

Duas

Cinco

Dois

Duas

A

B

rodas

quadros

bicicletas

rodas

quadros

bicicletas

cO

cO

c

c

e

e

s

s

N

N

O

O

s

s

l

l

di

di

: a

: a

s

s

e

e

çõ

çõ

a

a

r

r

t

t

s

s

ilu

ilu

Dois conjuntos

Três conjuntos

de pedais

Excesso de 1 roda e

de pedais

1 conjunto de pedais

o de 1998.

Fonte: Figuras elaboradas com base em ilustrações de OLMSTED III, J. e WILLIAMS, G. M. *Chemistry*, eir

3. ed. Nova York: John Wiley & Sons Inc., 2002. p. 148.

3.2 Excesso de reagente verifi cado pela

Reação química

proporção entre massas

representada por

Podemos verificar se há excesso de um reagente consultando a proporção em mols entre os reagentes, como acabamos de mostrar. Também podemos Equação química

usar a proporção entre as massas dos reagentes, como mostraremos agora.

N

na qual há

2

3 H2 # 2 N

H3

Proporção entre mols de reagentes:

1 mol

3 mol

Coeficientes estequiométricos

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A massa

A massa

que expressam

odução pr

de 1 mol de

de 1 mol de

Repr

n2 é 28 g

H2 é 2 g

Proporção entre os

participantes da reação

Proporção entre massas de reagentes: 28 g

6 g

que permite

Assim, por exemplo, se colocarmos para reagir 14 g de N2 e 3 g de H2, perceber se há

ambos os reagentes estarão na proporção estequiométrica.

Porém, se colocarmos 14 g de N2 e 5 g de H2, haverá excesso de 2

g de Excesso de reagente

H2. E, se colocarmos 16 g de N2 e 3 g de H2, haverá excesso de 2 g de N2.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

41. (UPFRS) Efetuandose, em laboratório, a reação entre 42. (PUCRJ) A cisplatina, de fórmula Pt(NH3)2C,2, é um 10 g de alumínio e 225 g de cloro, obtêmse, no máximo,

composto utilizado no tratamento de determinados

a) 20,0 g de cloreto de alumínio.

tipos de câncer. A sua obtenção passa pela reação,

b) 63,0 g de cloreto de alumínio.

não balanceada, representada abaixo.

c) 23,0 g de cloreto de alumínio.

(NH

d) 49,5 g de cloreto de alumínio.

4)2PtC,4 (s) NH3 (aq) ∫

e) 53,5 g de cloreto de alumínio.

∫ NH4C, (aq) Pt(NH3)2C,2 (s)

Fazendo reagir 1,5 mol de (NH4)2PtC,4 com 0,5 mol

para que a proporção seja mantida, 2 mol de H

de NH

2

3, é correto afirmar que a quantidade máxima

reagirão com 2 mol de C,

de cisplatina obtida será igual a:

2, restando 1 mol de C,2

sem reagir (excesso). Equacionando, temos:

a) 75 g.

c) 108 g.

e) 155 g.

b)

1 H

90 g.

d) 130 g.

2 (g) 1 C,2 (g) # 2 HC, (g)

1 mol

b

1 mol b 2 mol

43. Observe os seguintes modelos que representam, em 2 mol

b

2 mol b 4 mol

nível molecular, um sistema gasoso antes e depois

da ocorrência de uma reação química. As esferas

vermelhas representam átomos de oxigênio, e as

há excesso de 1 mol, que não participa da reação

azuis, átomos de nitrogênio.

cOce

HC, = 4 mol

s

H

N

2

+

C,2

C

O

, = 1 mol

s

2

2 mol

3 mol

ldi

Excesso

a

cOc

e sNOsl

45. (UnBDF) Em um recipiente, colocamse 5 mol de

dia

átomos de ferro e 4 mol de vapord'água para reagir

segundo a equação não balanceada:

Fe (s) H2O (v) ∫ Fe3O4 (s) H2 (g)

Esperase:

o de 1998.eir

a) a formação de um mol de Fe3O4.

b) a formação de 2 mol de H2.

a) Equacione a reação envolvida.

c) um excesso de 3 mol de Fe.

b) Há algum reagente em excesso? Em caso afirmati

d) um excesso de 1 mol de vapord'água.

vo, qual é ele? Em caso negativo, justifique como

e) que nada ocorra, pois o ferro não reage com vaporconcluiu.

d'água.

c) Defina os termos *reagente limitante* e *reagente em excesso*.

46. (UFRGSRS) Num processo de produção de ácido acé

d) Por que as quantidades de produtos formadas em

tico, borbulhase oxigênio no acetaldeído (CH3CHO),

uma reação química são determinadas somente

a 60 °C, na presença de acetato de manganês (II)

pela quantidade do reagente limitante?

como catalisador:

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

2 CH3CHO (,) □ O2 (g) # 2 CH3COOH (,)

Exercício Resolvido

odução pr

Num ensaio de laboratório para esta reação, opera

Repr

44. Calcule quantos mols de HC, (g) serão produzidos

se no vaso de reação com 22,0 gramas de CH3CHO e

na reação de 2 mol de H2 (g) com 3 mol de C,2 (g).

16,0 gramas de O2. Quantos gramas de ácido acético

Resolução

são obtidos nesta reação a partir destas massas de

reagentes e qual o reagente limitante, ou seja, o reagente que é completamente consumido?

Atente bem

Massa de CH3COOH obtida Reagente limitante

Como foram fornecidas as quantidades

a)

15,0 g

CH3CHO

de todos os reagentes, podemos verificar se

b)

30,0 g

O

há excesso de um deles.

2

c)

30,0 g

CH3CHO

1 H2 (g) 1 C,2 (g) # 2 HC, (g)

d)

60,0 g

O2

1 mol b 1 mol b 2 mol

Proporção

e)

120,0 g

CH3CHO

correta

Dados do

2 mol b 3 mol

problema

m

Comentário dos autores:

Os dados do problema estão fora da proporção, que

A "presença de acetato de manganês (II) como

é 1 mol de H

catalisador" indica que tal substância atua au-

2 : 1 mol de C,2. Para que 3 mol de C,2

tomem parte da reação, serão necessários 3 mol

mentando a velocidade da reação. Essa infor-

de H2. Segundo os dados do problema, estão dismação não interfere no cálculo estequiométrico poníveis para reagir somente 2 mol de H2. Então,

envolvido.

374

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

A questão 47 refere-se à situação seguinte.

47. (UFRN) Antes de acontecer a reação de síntese da Num balão de vidro, com dois litros de capacidade e

água, as *quantidades de matéria* dos componentes

hermeticamente fechado, encontrase uma mistura

hidrogênio (H2) e oxigênio (O2) na mistura inicial

gasosa constituída por hidrogênio (H2), hélio (He)

são, respectivamente, iguais a

e oxigênio (O2), na qual existe 0,32 g de cada gás

a) 1,0 z 10□2 e 8,0 z 10□2 mol.

componente, nas condições ambientais de temperatura e pressão. A reação de formação de água é

b) 8,0 z 10□2 e 1,6 z 10□1 mol.

iniciada por meio de uma faísca elétrica produzida

c) 1,6 z 10□1 e 1,0 z 10□2 mol.

no interior do balão.

d) 1,0 z 10□2 e 1,6 z 10□2 mol.

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

48. (UFRN) Baseandose na equação

50. (PUCSP) Considere que representa H, □ representa C e 2 NO

representa O. O sistema final, após a reação de

2 (g) □ O3 (g) # N2O5 (g) □ O2 (g)

combustão completa de 4,0 g de metano (CH4) em

e nos diagramas a seguir, que representam a mistura

uma câmara de combustão hermeticamente fechada

reagente e também duas situações alternativas para

contendo 32,0 g de gás oxigênio (O2), é corretamente

os produtos de rea ção [diagramas (I) e (II)] , representado pelo modelo esquematizado em

a)

d)

o de 1998.eir

O

P

O

c

c

ec

R

ec

b)

e)

s

s

O

ON

ON

s

s

il

D

(I)

il

d

d

a

U

a

s:

s:

e

T

e

õ

õ

ç

ç

a

O

a

r

r

t

t

s

S

s

ilu

Mistura de reagentes

ilu

c)

Legenda

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

= NO

= N O

2

2 5

odução pr

= O3

= O2

(II)

Repr

podese afirmar que o produto da reação para a mistu

51. (PUCRJ) A nave estelar *Enterprise*, de *Jornada nas* ra reagente acima é corretamente representado por

***estrelas*, usou B5H9 e O2 como mistura combustível.**

As duas substâncias reagem de acordo com a seguinte

a) II, em que NO2 é o reagente limitante.

equação balanceada:

b) I, em que NO2 é o reagente limitante.

c)

2 B

II, em que O

5H9 (,) 12 O2 (g) # 5 B2O3 (s) 9 H2O (g)

3 é o reagente limitante.

d) I, em que O

a) Se um tanque contém 126 kg de B5H9 e o outro

3 é o reagente limitante.

240 kg de O2 líquido, qual tanque esvaziará pri

49. (FuvestSP) A transformação química

meiro? Mostre com cálculos.

2 KI (s) Pb(NO

b) Quanta água terá sido formada (em kg) quando

3)2 (s) # 2 KNO3 (s) PbI2 (s)

um dos reagentes tiver sido completamente conbranco

branco

branco

amarelo

sumido?

é um exemplo de reação entre sólidos, que ocorre

rapidamente. Em um recipiente de vidro, com tampa,

52. (UFFRJ) O cloreto de alumínio é um reagente muide massa igual a 20 g, foram colocados 2 g de KI e to utilizado em processos industriais que pode ser

4 g de Pb(NO3)2, pulverizados. O recipiente, hermeobtido por meio da reação entre alumínio metálico ticamente fechado, foi vigorosamente agitado para

e cloro gasoso. Se 2,70 g de alumínio são misturados

ocorrer a reação.

a 4,0 g de cloro, a massa produzida, em gramas, de

a) Como se pode reconhecer que ocorreu a reação?

cloreto de alumínio é:

b) Qual é a massa total do recipiente e seu conteúdo,

a) 5,01

c) 9,80

e) 15,04

ao final da reação? Justifique sua resposta.

b) 5,52

d) 13,35

375

53. (PUCSP) Ao adicionar uma solução aquosa de nitrato 54. (FuvestSP) A combustão do gás metano, CH4, dá

de prata (AgNO3) a uma solução aquosa de fosfato de

como produtos CO2 e H2O, ambos na fase gasosa. Se

sódio (Na3PO4), formase um sal branco e insolúvel,

1 L de metano for queimado na presença de 10 L de O2,

o fosfato de prata (Ag3PO4).

qual o volume final da mistura resultante? Suponha

Essa reação foi realizada utilizandose quantidades

todos os volumes medidos nas mesmas condições de

variadas dos reagentes, segundo a tabela abaixo:

temperatura e pressão e comportamento ideal para

todos os gases.

Tubo número

1

2

3

4

5

AgNO

55. (UFUMG) Considere a equação química não balancea3

Quantidade de matéria

4

6

8

12

14

da N2H4 □ N2O4 # N2 □ H2O e escolha a alternativa

adicionada (10□3 mol)

INCORRETA.

a) O número de mols de água formado por mol de

Na3PO4

N

Quantidade de matéria

12 10

8

4

2

2H4 consumido é 2.

adicionada (10□3 mol)

b) O número de mols de N2 que deverão ser produzidos para cada mol de N2O4 que reage é 3.

Com base nessa tabela, é possível prever que o tubo em

c) A soma de todos os coeficientes estequiométricos

que se formará a maior quantidade de Ag3PO4 é o:

da equação balanceada é 10.

a) tubo 1.

c) tubo 3.

e) tubo 5.

d) Considerando como reagente limitante o N2O4,

b) tubo 2.

d) tubo 4.

92 gramas deste óxido produzem 28 gramas de N2.

4 Reagentes que contêm “impurezas”

o de 1998.eir

uMA nOVA SITuAçãO. PEnSE nELA

No item 2.3, pudemos concluir que, para produzir diariamente 8,5 t de amônia, a indústria gastará, também diariamente, 6,1 z 106 L de gás nitrogênio e 1,8 z 107 L de gás hidrogênio, volumes medidos a 25 ˚C e 1 atm.

Acontece que o nitrogênio é proveniente do ar, no qual está presente em 78% em volume. Assim sendo, qual é o volume de ar necessário para a produção de 8,5 t de amônia?

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Tente responder antes de prosseguir a leitura.

odução pr

Repr

Em Química, quando dizemos que uma amostra contém “impurezas”, Reação química

isso não significa necessariamente que ela contém sujeiras ou substâncias tóxicas (embora isso possa muitas vezes acontecer). Significa que a amostra tem

contém, além de uma determinada substância de interesse, outras que não são úteis no contexto em que se está trabalhando.

Reagentes

Produtos

No caso proposto, o nitrogênio é o componente do ar que interessa a são

são

uma fábrica de amônia. nesse contexto, em que se encara o ar como uma Consumidos

Formados

fonte da matéria-prima gás nitrogênio, os demais componentes podem ser cada um deles está

considerados “impurezas”, ou seja, componentes da mistura que não são de presente em uma

interesse nessa determinada situação.

Amostra de matéria

Podemos determinar, mediante uma regra de três, a quantidade de ar na qual pode haver

necessária para se obter 6,1 z 106 L de gás nitrogênio. Esse volume representa 78% do volume do ar necessário. Qual será o volume da amostra toda (*x*), Outras substâncias que

ou seja, de 100% dela?

não sejam de interesse

nesse contexto

Volume

Porcentagem

denominadas

6,1 z 106 L

78%

V *x* 5 7,8 z 106 L

Impurezas

x

100%

376

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

Acabamos de comentar um caso em que a presença de "impurezas" estava relacionada a uma porcentagem em volume.

É muito frequente expressar-se o grau de pureza de uma amostra em porcentagem em massa, que é a porcentagem da massa da amostra que se deve à substância de interesse.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

Exercício Resolvido

56. Determine a massa de ferro que pode ser obtida

59. Calcário, que é carbonato de cálcio impuro, é ema partir de 1.000 t de minério hematita contendo pregado para a obtenção de cal viva, importante

80% de Fe2O3:

produto industrial. Uma amostra de 25 g de calcá

Fe

rio foi submetida à decomposição por aquecimento

2O3 (s) 3 CO (g) # 2 Fe (s) 3 CO2 (g)

e verificouse a produção de 5,0 L de gás carbônico,

Resolução

volume que foi medido a 30 °C e 1 atm.

Primeiramente vamos calcular a massa de Fe

(O volume molar de gás a 30 °C e 1 atm é 25 L.)

2O3

presente em 1.000 t (isto é, 1,0

o de 1998.

z 109 g) do minério:

CaCO3 (s) # CaO (s) CO2 (s)

eir

Porcentagem

Massa

a) Qual é a massa de CaCO3 presente na amostra

100%

1,0 z 109 g

de calcário?

V *x* 5 8,0 z 108 g

80%

x

b) Determine o grau de pureza da amostra (isto é,

a porcentagem de CaCO3 nessa amostra).

Para calcular a massa de ferro, consultamos a

tabela periódica, a fim de obter as massas molares

Resolução

do Fe2O3 (160 g/mol) e do Fe (56 g/mol).

a)

CaCO3

CO2

Fe2O3 3 CO # 2 Fe 3 CO2

Proporção: 1 mol 1 mol

Proporção: 1 mol 2 mol

Grandezas: Massa

Volume

Grandeza: Massa Massa

100 g

25 L V *x* 5 20 g

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

160 g

2 z 56 g V

x

5,0 L

8,0 z 108 g

y

b) Temos a massa de CaCO

odução pr

3, calculada no item

Repr

V *y* 5 5,6 z 108 g ou *y* 5 560 t

anterior, e a massa total da amostra (25 g) de

calcário. Assim, podemos determinar a porcentagem de CaCO3:

57. (MackenzieSP) Na queima de 10 kg de carvão de

80% de pureza, a quantidade de moléculas de gás

Grandezas: Massa

Porcentagem

carbônico produzida é:

25 g

100% V *y* 5 80%

a) 17,6 z 1028

d) 4,8 z 1026

20 g

y

b) 6,25 z 1027

e) 4,0 z 1026

c) 57,6 z 1019

60. (PUCSP) O clorato de potássio (KC,O

Dados: massa molar (g/mol) C

3) pode ser

5 12; O 5 16; equação

decomposto por aquecimento, segundo a equação:

química: C O2 # CO2.

2 KC,O3 (s) # 2 KC, (s) 3 O2 (g)

58. (PUCMG) A equação da ustulação da pirita (FeS2) é: A

decomposição de 2,45 g de uma amostra contendo

4 FeS2 (s) 11 O2 (g) # 8 SO2 (g) 2 Fe2O3 (s)

KC,O3 produziu 0,72 g de O2.

A massa de óxido férrico obtida, em kg, a partir de

Considerando que a reação foi completa, e que

300 kg de pirita, que apresenta 20% de impurezas,

somente o KC,O3 reagiu sob o aquecimento, essa

é igual a:

amostra contém:

a) 160

d) 320

a) 100% de KC,O3

d) 60% de KC,O3

b) 218

e) 480

b) 90% de KC,O3

e) 30% de KC,O3

c) 250

c) 75% de KC,O3

377

61. (Vunesp) Uma amostra de 12,5 g de carbonato de magnésio foi tratada com excesso de solução de ácido sulfúrico, ocorrendo a reação:

MgCO

3 □ H2SO4 # MgSO4 □ CO2 □ H2O

Nessa reação obtiveramse 600 cm3 de gás carbônico medidos à temperatura de 27 °C e 5 atmosferas de pressão (massas atômicas: H 5 1; C 5 12; O 5 16; S 5 32; Mg 5 24; volume de 1 mol de gás a 0 °C e 1 atm 5 22,4 dm3). A porcentagem de pureza da amostra inicial é:

a) 82

b) 18

c) 22

d) 43

e) 75

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento para realizar os exercícios deste bloco.

Resolva em seu caderno

62. (UFPR) Na reação de 5 g de sódio com água, houve Dados: C 5 12; H 5 1; O 5 16; d(etanol) 5 0,79 kg/L;

desprendimento de 2,415 L de hidrogênio nas CNPT.

d(gasolina) 5 0,73 kg/L.

Qual é o grau de pureza do sódio? (Massas atômicas:

Na 5 23; O 5 16; H 5 1.)

64. (UnirioRJ) "A Repar (...) planeja investir nos próximos cinco anos (...) US$ 1 bilhão em projetos 63. (CefetPR) Alguns veículos são movidos por dois tipos para diminuir o teor de poluentes em combustíveis.

de combustíveis: a) etanol hidratado ou b) gasool

A partir de 2006, o diesel utilizado por veículos

(mistura de 78% em volume de gasolina com 22%

pesados deve liberar níveis menores de enxofre.

em volume de etanol anidro). Em um litro (1 L) de

Os limites atuais de enxofre no diesel são de 0,20%

gasool, a porcentagem em massa de CO2 emitido pela

para o metropolitano e 0,35% para o interior."

gasolina e etanol terá os seguintes valores respectio de 1998.

***Gazeta do Povo*/PR, 2004**

eir

vamente:

C8H18 (,) □ 12,5 O2 (g) # 8 CO2 (g) □ 9 H2O (,)

Determine o volume de ácido sulfúrico formado

(combustão da gasolina)

na queima completa de 50 litros de óleo diesel que

C

tenha o limite de enxofre estipulado para os centros

2H5OH (,) 3 O2 (g) # 2 CO2 (g) 3 H2O (g)

(combustão do álcool)

metropolitanos.

a) 30% e 70%

d) 15,9% e 84,1%

Dados: dóleo diesel 5 0,8 g/cm3; dácido sulfúrico 5 1,8 g/cm3.

b) 84,1% e 15,9%

e) 79% e 21%

c) 50% e 50%

S 3

_2 O2 H2O # H2SO4

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5

Reações que não apresentam rendimento total

odução pr

Repr

PEnSE nESTA OuTRA SITuAçãO

Os químicos descobriram que a reação entre nitrogênio e hidrogênio para produzir amônia não ocorre de modo completo; ela aparentemente "para" antes que os reagentes, mesmo presentes na proporção estequiométrica, sejam completamente consumidos.

Segundo os engenheiros, nas condições em que a fábrica vai operar, apenas 60% da quantidade dos reagentes nitrogênio e hidrogênio colocados para reagir de fato se transformam em amônia. Em que isso afeta as previsões de massas feitas no item

1.5?

5.1 O conceito de rendimento de uma reação química

Iniciamos este capítulo expondo a situação de uma indústria que deverá produzir diariamente 8,5 t de amônia.

Já calculamos as quantidades em mols, as massas e os volumes a 25 ºC e 1 atm dos reagentes necessários para que se atinja essa produção. Chegamos até a calcular o volume de ar do qual se pode extrair a quantidade de nitrogênio necessária.

Todos esses cálculos, contudo, basearam-se em uma consideração que não foi explicitada, mas sobre a qual se deve refletir ao fazer previsões baseadas em cálculo estequiométrico. Considerou-

-se que a reação que produz amônia apresenta rendimento 100%, ou seja, que ela ocorre até que pelo menos um dos reagentes (ou ambos, no caso de estarem na proporção estequiométrica) seja totalmente consumido.

Na prática, em muitas reações químicas, os reagentes não são totalmente transformados em produtos, ou seja, tais reações não apresentam rendimento 100%.

Há vários motivos possíveis para o rendimento de uma reação não ser total. Um dos mais importantes é o fato de as reações tenderem à situação de equilíbrio químico, assunto estudado na Físico-Química.

Quando se diz que o rendimento de uma reação é 60%, isso significa dizer que apenas 60%

da quantidade que se esperava obter é de fato obtida na prática.

Baseando-se nessa ideia, pode-se realizar uma previsão da quantidade de produto que será formado levando em conta o rendimento de uma reação.

5.2 Cálculo estequiométrico levando em conta

o rendimento

o de 1998.

No item 1.5, a fim de calcular as massas dos reagentes necessários à síntese eir

de 8,5 t de amônia, partimos da relação entre as quantidades em mols, que foi Reação química

transformada numa relação entre massas. Vamos repetir o procedimento, mas, representada por

ainda na proporção em mols, vamos fazer uma pequena correção levando em conta o rendimento de 60%.

Equação química

N2

□

3 H2

#

2 NH3

na qual há

Proporção:

1 mol

3 mol

2 mol

Como o rendimento

Coeficientes estequiométricos

é de 60%, formam-se

0,60 ? 2 mol

que expressam

Proporção:

1 mol

3 mol

1,2 mol

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

A massa de

A massa de

A massa de

Proporção entre os

1 mol de

1 mol de

1 mol de

odução pr

participantes da reação

Repr

n2 é 28 g

H2 é 2 g

nH3 é 17 g

grandeza

corresponde à

requer

envolvida:

situação em que

correção se

Massa

Massa

Massa

28 g

3 z 2 g

1,2 z 17 g

Rendimento

Rendimento

x

y

8,5 z 106 g

é 100%

não é 100%

Temos, então, uma regra de três que permite determinar a massa de nitrogênio (*x***) e outra que permite determinar a massa de hidrogênio (** *y***), necessárias à produção de 8,5 t de amônia.**

28 g

1,2 z 17 g

3 z 2 g

1,2 z 17 g

x

8,5 z 106 g

y

8,5 z 106 g

x **5 1,2 z 107 g**

y **5 2,5 z 106 g**

Assim, para produzir diariamente 8,5 t de amônia, com rendimento de 60%, a indústria gastará, também diariamente, 12 t de gás nitrogênio e 2,5 t de gás hidrogênio. Note que, em relação aos valores calculados anteriormente (7,0 t e 1,5 t), esses são maiores. Isso é compreensível, pois, já que o rendimento da reação não é total, necessita-se de mais reagente a fim de obter uma mesma quantidade de produto.

Exercícios essenciais

A critério do(a) professor(a) esta lista de exercícios

poderá ser realizada em classe ou em casa.

Resolva em seu caderno

Exercício Resolvido

67. (FuvestSP) O nitrogênio pode ser obtido pela decomposição térmica do nitrito de amônio.

65. O crômio é um metal empregado, entre outras

a) Escreva a equação de decomposição do nitrito de

finalidades, na produção do aço inox e no revesamônio.

timento (cromação) de algumas peças metálicas.

Esse metal é produzido por meio de uma reação

b) Calcule o volume de nitrogênio obtido, nas conque pode ser assim equacionada: dições normais de pressão e de temperatura, pela

decomposição de 12,8 g de nitrito de amônio,

Cr2O3 (s) 2 A, (s) # 2 Cr (s) A,2O3 (s)

supondo que o rendimento da reação seja de 80%

Numa indústria metalúrgica que produz crômio,

(em massa).

esse processo ocorre com rendimento de 75%.

Massas atômicas: H (1,0 u); N (14,0 u); O (16,0 u).

Quantos mols de crômio metálico podem ser ob

Volume molar dos gases nas CNTP

tidos a partir de 50 mol de trióxido de dicrômio e

5 22,4 L/mol.

100 mol de alumínio?

68. (UFJFMG) Para retirar SO2 da fumaça gerada na produção de carvão vegetal, podese passar o gás através s

de carbonato de cálcio. A seguinte reação ocorre:

e

agM i

CaCO3 (s) SO2 (g) 1

_2 O2 (g) # CaSO4 (s) CO2 (g)

erht-O

a) Calcule a massa de CaCO3 necessária para remover

eN

o de 1998.

li

32 g de SO2, obtida em um processo de produção

eir

Nesta moto há c

N

de carvão vegetal.

vários componentes

f1 O

cromados, isto é,

N/a

b) Calcule a massa de CaCO3 necessária para remover

revestidos por uma

Mw

a quantidade de SO2 do item (a), se o processo for

camada de crômio.

Ob

apenas 50% eficiente.

A obtenção desse

metal é tema da

c) O dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio

questão acima.

atmosférico, produzindo trióxido de enxofre.

Esse, por sua vez, reage com a água, levando à

Resolução

formação de ácido sulfúrico. Represente as rea

Note que as quantidades mencionadas de ambos os

ções mencionadas, através de equações químicas

reagentes estão na proporção estequiométrica.

balanceadas.

Cr2O3

2 A,

2 Cr

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Proporção: 1 mol 2 mol 2 mol

Exercício Resolvido

75%

69. O álcool comercializado como combustível, o

odução pr

etanol, é obtido a partir da sacarose, açúcar

Repr

Proporção: 1 mol

2 mol

1,5 mol

Grandeza:

proveniente da cana, por meio da reação assim

Quantidade Quantidade Quantidade

equacionada:

de matéria de matéria de matéria

C12H22O11 (aq) 1 H2O (,) # 4 C2H6O (aq) 4 CO2 (g)

1 mol

2 mol

1,5 mol

sacarose

etanol

V

50 mol

100 mol

x

Realizando essa reação em um laboratório que simula processos industriais, um grupo de estudantes uni

V *x* 5 75 mol

versitários obteve 900 L de gás carbônico, medidos a

30 ˚C e 1 atm, a partir de 6.840 g de sacarose.

(Massas molares: sacarose 5 342 g/mol;

66. (Vunesp) O inseticida DDT (massa molar 5

etanol 5 46 g/mol. Volume molar de gás a 30 ˚C e

5 354,5 g/mol) é fabricado a partir de clorobenzeno

1 atm 5 25 L.)

(massa molar 5 112,5 g/mol) e cloral, de acordo com

Qual é o rendimento da reação?

a equação

2 C

Resolução

6H5C, □ C2HC,3O # C14H9C,5 □ H2O

clorobenzeno

cloral

DDT

C12H22O11

4 CO2

Partindose de uma tonelada (1 t) de clorobenzeno e

Proporção: 1 mol

4 mol

admitindose rendimento de 80%, a massa de DDT

Grandezas: Massa

Volume

produzida é igual a:

342 g

4 z 25 L

a) 1,575 t.

c) 800,0 kg.

e) 160,0 kg.

V *x* 5 2.000 L

b) 1,260 t.

d) 354,5 kg.

6.840 g

x

380

Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

de resíduo sólido. A porcentagem de decomposição

Esse é o volume de gás que seria liberado se o rendo carbonato foi de dimento fosse total. Com base nele, vamos calcular

a) 22%

b) 28%

c) 39%

d) 50%

e) 78%

o rendimento:

(Massas molares, em g/mol: Ca 5 40; C 5 12;

Grandezas: Volume

Rendimento

O 5 16.)

2.000 L

100% V *y* 5 45%

71. (CesgranrioRJ) Fazendose reagir 158 g de Na2S2O3

900 L

y

com quantidade suficiente de I

2, segundo a equação

2 Na2S2O3 □ I2 # 2 NaI □ Na2S4O6

70. (UFRGSRS) O carbonato de cálcio decompõese por obtiveramse 105 g de Na2S4O6. O rendimento dessa

aquecimento segundo a equação abaixo.

reação foi de, aproximadamente:

CaCO3 (s) # CaO (s) □ CO2 (g)

a) 100% b) 80% c) 40% d) 30% e) 10%

Numa experiência típica, 10,0 g de carbonato de cálcio

(Massas molares, em g/mol: O 5 16; Na 5 23; S 5 32;

são aquecidos em sistema aberto, obtendose 7,80 g

I 5 127.)

Exercícios adicionais

Seu (sua) professor(a) indicará o melhor momento

Resolva em seu caderno

para realizar os exercícios deste bloco.

72. (UFCCE) A ação de certos compostos inorgânicos é (Dados: massas atômicas: H 5 1 u; O 5 16 u; N 5 14 u.)

fascinante. Ácido sulfúrico, por exemplo, remove os

a) Determine a massa, em gramas, de hidrazina

o de 1998.

elementos que constituem a água de uma série de

impura utilizada.

eir

compostos orgânicos, tal como na reação abaixo:

b) Determine a massa, em gramas, de água formada.

(A) C12H22O11 (s) □ (B) H2SO4 (,) #

 # (C) C (s) □ (D) H

75. (Unifesp) A prata é um elemento muito utilizado nas in2O (g) □ (E) H2SO4 (aq) Quanto à reação, pedese:

dústrias de fotografia e imagem e seu descarte no meio

ambiente representa risco para organismos aquáticos e

a) a função do ácido sulfúrico no meio reacional após terrestres. Por ser um dos metais com risco de escassez

expressar corretamente os coeficientes estequioména natureza, apresenta um alto valor agregado. Nesses tricos (A), (B), (C), (D) e (E) da equação química

aspectos, a recuperação da prata de resíduos indusbalanceada; triais e de laboratórios associa a mitigação do impacto

b) a massa de C12H22O11 (em kg) necessária para se

ambiental à econômica. O fluxograma representa o

produzirem exatamente 5,00 L de água (dH2O 5

tratamento de um resíduo líquido que contém íons de

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

5 1,00 g/mL), considerando um rendimento de

prata (Ag□) e de sulfato (SO2□) em meio aquoso.

70%. Justificar através de cálculos numéricos.

4

odução pr

73. (Vunesp) A aspirina (ácido acetilsalicílico) pode Repr

Resíduo aquoso

ser preparada pela reação do ácido salicílico com o

anidrido acético, segundo a reação representada pela

NaC, (aq)

equação:

2 C7H6O3 (aq) □ C4H6O3 (,) # 2 C9H8O4 (s) 1 H2O (,)

ácido salicílico

anidrido acético

aspirina

água

Considerandose que a reação entre 138 g de ácido

salicílico com 25,5 g de anidrido acético ocorre com

AgC, (s)

filtrado

rendimento de 60%, e sabendose que as massas

molares desses compostos são: C7H6O3 5 138 g/mol,

C

NaOH (aq)

4H6O3 5 102 g/mol, C9H8O4 5 180 g/mol, a massa de

aspirina obtida será igual a:

a) 180 g. b) 108 g. c) 90 g. d) 54 g. e) 45 g.

aquecimento

74. (UnirioRJ) A hidrazina, N2H4, e o peróxido de hidrogênio, H2O2, têm sido usados como combustíveis de foguetes. Eles reagem de acordo com a equação:

7 H2O2 □ N2H4 # 2 HNO3 □ 8 H2O

A reação de hidrazina com 75% de pureza com peróxido de hidrogênio suficiente produziu 3,78 kg de óxido de prata

filtrado

ácido nítrico, com rendimento de 80%.

381

a) Escreva as equações das reações, devidamente

Nesse caso, a massa de oxigênio, em gramas, necesbalanceadas, da formação do cloreto de prata e do sária para produzir 1 g de ozônio é

óxido de prata.

a) 0,04

b) 0,06

c) 1,0

d) 1,6

e) 25

b) No tratamento de um resíduo aquoso que continha

77. (UFCCE) O manganês é um metal de transição com 15,6 g de sulfato de prata, foram obtidos 8,7 g de

elevada importância na indústria siderúrgica, sendo

óxido de prata.

utilizado na composição de ligas metálicas para a produ

Calcule o rendimento em Ag2O deste processo.

ção de aço. Na natureza, sua principal fonte é o minério

76. (CefetSP) O ozônio é obtido pela ação de raios ultrapirolusita (MnO2), que é empregado para a obtenção de violeta sobre o oxigênio gasoso, conforme descreve

ferromanganês, de acordo com a seguinte reação:

a equação apresentada a seguir:

MnO2 (s) Fe2O3 (s) 5 C (s) #

 # Mn (s) 2 Fe (s) 5 CO (g)

3 O2 (g)

h

2 O3 (g)

“ferromanganês”

Considere que uma fonte de radiação ultravioleta con

Em uma reação com 70% de rendimento, qual é a

verte oxigênio em ozônio com um rendimento de 4%.

massa (em gramas) de ferro que é obtida a partir de

Dado: Massa molar (g/mol): O 5 16.

173,8 g de pirolusita com 20% de impurezas?

Informe-se sobre a Química

Mudanças climáticas

A estequiometria do co2 e o efeito estufa

e Groenlândia possibilita determinar os níveis atmos-

o de 1998.eir

O carvão e o petróleo fornecem os combustí-

féricos de CO2 durante os últimos 160 mil anos. Essas

veis que utilizamos para gerar eletricidade e ativar

medições revelam que o nível de CO2 permaneceu

nosso maquinário industrial. Esses combustíveis

razoavelmente constante desde o último Período

são constituídos principalmente de hidrocarbo-

Glacial, cerca de 10 mil anos atrás, até aproxima-

netos (compostos formados pelos elementos

damente o início da Revolução Industrial, cerca de

carbono e hidrogênio) e outras substâncias que

300 anos atrás. Desde então, a concentração de CO2

contêm carbono. A combustão de 1,00 g de C

aumentou por volta de 25% (veja o gráfico).

4H10

produz 3,03 g de CO2. Similarmente, 3,78 L de

Apesar de o CO2 ser um componente secun-

gasolina (densidade 5 0,70 g/mL e composição

dário da atmosfera, ele tem um papel importante

aproximada C8H18) produzem cerca de 8 kg de porque absorve calor radiante, agindo como o CO2. A queima desses combustíveis libera cerca

vidro de uma estufa. Por essa razão, comumente

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

de 20 bilhões de toneladas de CO2 na atmosfera

nos referimos ao CO2 e a outros gases retentores

anualmente.

de calor como gases estufa, e chamamos o calor

odução pr

Parte do CO

causado por eles de efeito estufa. Alguns cientistas

2 é absorvida pelos oceanos ou uti-

Repr

lizada por plantas na fotossíntese. Mas atualmente

acreditam que o acúmulo de CO2 e outros gases

estamos produzindo CO

retentores de calor começou a alterar o clima de

2 muito mais rapidamente

do que ele tem sido absorvido. Químicos têm moni-

nosso planeta. Outros sugerem que os fatores que

torado as concentrações de CO

afetam o clima são complexos e não inteiramente

2 atmosférico desde

1958. A análise do ar confinado no gelo da Antártida

compreendidos.

370

Oc

A concentração de CO2 atmosférico

ec

aumentou nos últimos 140 anos. Dados

360

s

ON

anteriores a 1958 são oriundos de análises

350

sil

do ar confinado em bolhas de gelo glacial.

(ppm)

da

2

A concentração em ppm (ordenada) é o

340

número de moléculas de CO2 por

CO

milhão (106) de moléculas de ar.

330

320

310

300

Concentração de

290

Fonte: BROWN, T. L. *Química*: *A ciência*

280

***central*. 9. ed. Tradução de MATOS, R. M.**

1850

1870

1890

1910

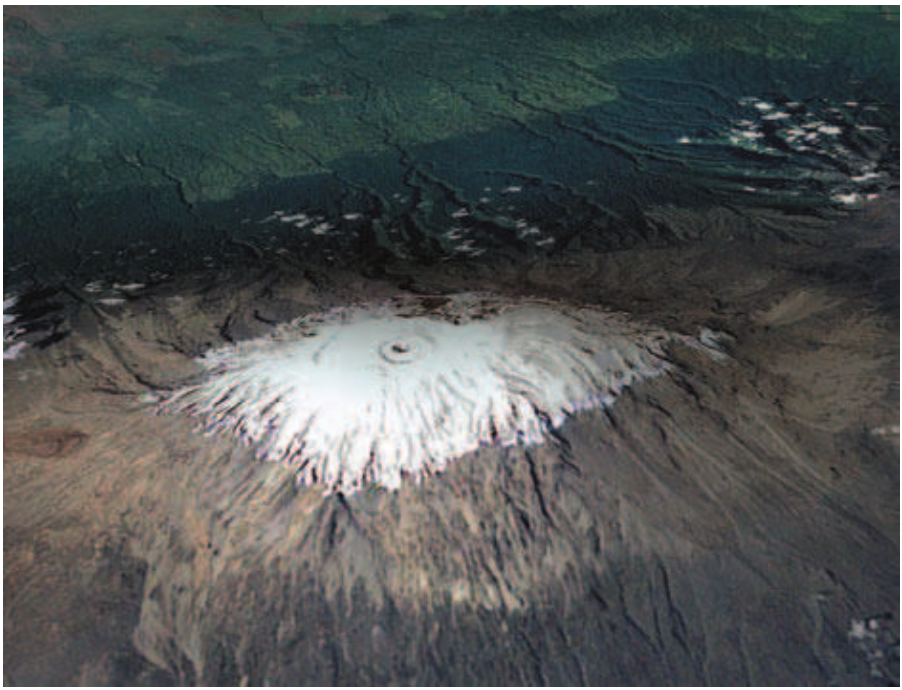
1930

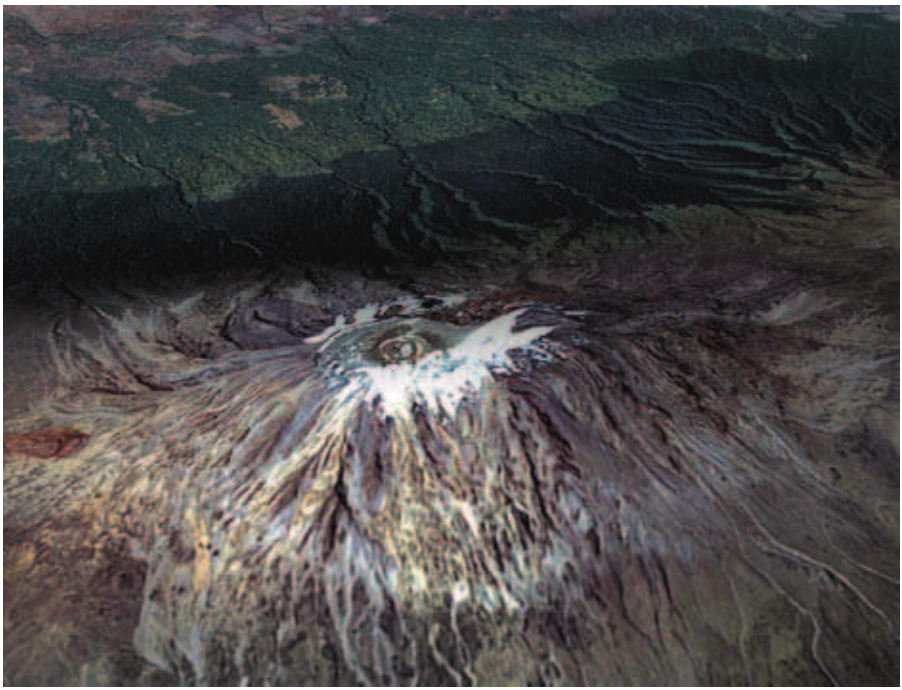
1950

1970

1990 2000 São Paulo: Pearson, 2005. p. 88-89.

Data





Aspectos quantitativos das reações químicas

Capítulo 15

Algumas constatações sobre alterações climáticas

As fotos abaixo mostram o Monte Kilimanjaro (o mais alto da África) em diferentes anos, porém todas tiradas no mesmo mês. Elas tornam evidente que estão ocorrendo mudanças dramáticas e radicais no nosso planeta.

r

r

e

e

t gs

t gs

N

N

e us

us

d

e d

t c N

t c N

gh O a

gh O a

li di

li di

f u

f u

e t

e t

c s

c s

pa

pa

iON

iON

d s

d s

r at

r at

a iz

a iz

d l

d l

d a

a

u

d u

/gO is

/gO is

ic v

ic v

asa if

asa if

N t

N t

N

N

ie

ie

c

c

s

s

m Monte Kilimanjaro, na Tanzânia, em 1970.

m Monte Kilimanjaro, em 2000.

o de 1998.eir

o que foi decidido recentemente sobre o controle das emissões de co2

“Terminou oficialmente [no dia] 19 de dezembro de 2009, a 15a Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [a COP 15], que teve como principal resultado o ‘Acordo de Copenhague’, elaborado por alguns países [...] e formalmente aceito pela ONU. [...]

Segundo o jornal dinamarquês *Berlingske*, o presidente da COP15, o primeiro-ministro dinamarquês Lars Løkke Rasmussen, está satisfeito com o desfecho. ‘Temos conseguido resultados. Agora, as nações terão que assinar o acordo e, se o fizerem, o que foi acordado terá efeito imediato’, destacou. [...]

De acordo com o texto, os países ricos se comprometeram a doar US$ 30 bilhões, nos próximos três anos, para um fundo de luta contra o aquecimento global. […]

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O documento diz ainda que os países desenvolvidos se comprometeram em cortar 80%

de suas emissões até 2050. Já para 2020, eles apresentaram uma proposta de reduzir até odução pr

20% das emissões, o que está abaixo do recomendado pelo Painel Intergovernamental sobre Repr

Mudanças Climáticas (IPCC), que sugere uma redução entre 25% e 40% até 2020.

Para a secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente e membro do IPCC, Suzana Kahn, o resultado da COP15 foi decepcionante, uma vez que os chefes de estado discutiram mais a questão econômica das nações ricas e emergentes e se esqueceram daqueles que vão sofrer dramaticamente os efeitos das mudanças climáticas.

'Existem muitos países africanos, por exemplo, que irão sofrer demais com o aumento da temperatura. No entanto, parece que a discussão tomou um viés econômico e político, o que eu acho muito preocupante. A questão climática ultrapassa a fronteira ambiental. É uma questão de desenvolvimento, de justiça, de equidade', afirmou Suzana Kahn.

Principais pontos do Acordo de copenhague

• O acordo é de caráter não vinculativo, mas uma proposta adjunta pede que seja fixado um acordo legalmente vinculante até o fim do próximo ano.

• Considera o aumento limite de temperatura de dois graus Celsius, porém não especifica qual deve ser o corte de emissões necessário para alcançar essa meta.

• Estabelece uma contribuição anual de US$ 10 bilhões entre 2010 e 2012 para que os países mais vulneráveis façam frente aos efeitos da mudança climática, e US$ 100 bi lhões anuais a partir de 2020 para a mitigação e adaptação. Parte do dinheiro, US$

25,2 bilhões, 383

virá de EUA, UE e Japão. Pela proposta apresentada, os EUA vão contribuir com US$ 3,6 bilhões no período de três anos, 2010-12. No mesmo período, o Japão vai contribuir com US$ 11 bilhões e a União Europeia com US$ 10,6 bilhões.

• O texto do acordo também estabelece que os países deverão providenciar 'informações nacionais' sobre de que forma estão combatendo o aquecimento global, por meio de

'consultas internacionais e análises feitas sob padrões claramente definidos'.

• O texto diz: 'Os países desenvolvidos deverão promover de maneira adequada (...) recursos financeiros, tecnologia e capacitação para que se implemente a adaptação dos países em desenvolvimento'.

• Detalhes dos planos de mitigação estão em dois anexos do Acordo de Copenhague, um com os objetivos do mundo desenvolvido e outro com os compromissos voluntários de importantes países em desenvolvimento, como o Brasil.

• O acordo 'reconhece a importância de reduzir as emissões produzidas pelo desmata-mento e degradação das florestas' e concorda em promover 'incentivos positivos' para financiar tais ações com recursos do mundo desenvolvido.

• Mercado de Carbono: 'Decidimos seguir vários enfoques, incluindo as oportunidades de usar os mercados para melhorar a relação custo-rendimento e para promover ações de mitigação'."

Fonte do texto: *Plurale*. Especial COP 15, dezembro, 2009. Disponível em:

<http://www.plurale.com.br/noticias-ler.php?cod_noticia=7173&origem=&filtro>. Acesso em: 25 fev. 2010.

o de 1998.eir

Você entendeu a leitura?

Responda em seu caderno

Procure no texto os dados que julgar necessá-

3. Supondo que 30% do CO2 emitido por ano

rios.

seja proveniente da queima da gasolina (C8H18),

1. A reação de combustão do C

determine o volume de gasolina utilizado por

4H10 é representada

pela equação abaixo:

ano.

1 c

4. Faça uma pesquisa e discuta com seus colegas o

4H10 (g) 1 13

__ o

2

2 (g) # 4 co2 (g) 1 5 H2o (v)

que significa chegar a um consenso sobre o novo

Demonstre através de cálculos que a combustão

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

acordo climático para complementar o Protocolo

completa de 1,00 g de C4H10 produz 3,03 g de

de Kyoto depois de 2012.

CO

odução pr

2.

Repr

As massas molares do C4H10 e do CO2 são iguais

5. Pesquise o que são créditos de carbono.

a 58 g ? mol21 e 44 g ? mol21, respectivamente.

6. Pesquise quais são os países mais poluidores do

2. A reação de combustão do C8H18 é representada

mundo e elabore uma redação analisando criti-

pela equação seguinte:

camente a situação. De quais países depende o

1 c

sucesso da COP 15? Esses países vêm diminuindo

8H18 (g) 1 25

__ o

2

2 (g) # 8 co2 (g) 1 9 H2o (v)

suas emissões nos últimos anos?

Demonstre através de cálculos que a combustão

completa de 3,78 L de gasolina (C

7. Qual a posição do Brasil no ranking de emissores

8H18) produz

8,17 kg de CO

de dióxido de carbono? Sendo o Brasil um país

2.

As massas molares do C

em desenvolvimento, qual o seu papel na nego-

8H18 e do CO2 são iguais

a 114 g ? mol21 e 44 g ? mol21, respectivamente.

ciação?

Reavalie o que você pensa a respeito

Verifique em que mudaram

Resolva em seu caderno

suas concepções prévias

Reveja sua resposta à atividade da segunda página deste capítulo, reavalie o que escreveu, discuta com seus colegas e, se julgar necessário, elabore novas justificativas ou aprimore as que tinha escrito. Apresente-as ao professor.

384

Importante:

estabeleça conexões

Este mapa é apenas uma das

Resolva em seu caderno

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

mapa conceitual — estequiometria

Revise os conceitos estudados e decida como podem ser completados os locais em que aparecem os números.

Reação química

é um

tem

tem

obedece à

Rearranjo

de átomos

1

Produto(s)

2

que enuncia a

é (são)

transforma(m)-se em

é (são)

Conservação

Consumido(s)

3

da massa

diferem, em nível

microscópico, no

o de 1998.eir

cada um deles está

Modo como os átomos

presente em uma

estão “arranjados”

Amostra de

representada por

matéria

4

na qual há

deve ser corretamente

com

Coeficientes estequiométricos

5

na qual

pode haver

que expressam a

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Outras substâncias

Proporção entre os

que não reagem e não

odução pr

participantes da reação

são de nosso interesse

Repr

envolve, em

princípio, a

6

conforme a conveniência,

pode ser relacionada a

Massa

Volume

Número de

Número de

Número de

moléculas

átomos

íons

permite perceber

corresponde à

requer

nesse contexto

se há

situação em que

correção se

denominadas

Excesso de

Rendimento

Rendimento é

7

reagente

é 100%

menor que 100%

385

mapa conceitual — química geral e inorgânica

Método

emprega o

Importante:

científico

QuÍMICA

Este mapa é apenas uma das

(capítulo 1)

muitas possibilidades de relacionar

esses conteúdos conceituais.

Substâncias

estuda as

estuda as

Reações

químicas

químicas

cada qual representada por uma

(capítulo 2)

(capítulos 3, 4, 12)

Equação

química

podem participar da

(capítulos 4, 12)

cada qual pode estar

composição de

formada por

átomos

Pura

Mistura

(capítulos 4 a 6)

de

(capítulo 2)

(capítulo 2)

Elementos representados Símbolos

químicos

por

pode ser

descritos

(capítulo 4)

por

(capítulos 4, 5)

Homogênea

Heterogênea

unem-se

empregados

Modelos

(capítulo 2)

(capítulo 2)

por meio de

reunidos

para

representada

na

escrever as

por meio de

atômicos

também

o de 1998.

(capítulos 5, 6)

eir

Ligação

chamada

química

Tabela

Fórmulas

interatômica

periódica

(capítulos 4, 8, 13)

Solução

(capítulo 7)

(capítulo 8)

(capítulos 2, 10)

apresenta

pode ser

Soluto

Solvente

(capítulos 2, 10)

(capítulos 2, 10)

Iônica

Covalente

Metálica

(capítulo 8)

(capítulo 8)

(capítulo 8)

pode ser

forma

forma

forma

não eletrólito

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

(capítulo 10)

Retículo

Molécula

Retículo

cristalino

(capítulos 4, 8)

cristalino

odução pr

iônico

metálico

Eletrólito

Repr

(capítulo 8)

(capítulo 8)

(capítulos 10, 11)

pode ser

cada qual

apresenta

une-se a outra por

apresenta

apresenta

Inorgânica

(capítulo 11)

geometria

Interação

Massa

Massa

molecular

intermolecular

molecular

atômica

por exemplo

(capítulo 9)

(capítulo 9)

(capítulo 13)

(capítulo 13)

ácidos

Bases

pode

(capítulo 11)

(capítulo 11)

participar das

chamadas

Sais

Óxidos

Reações inorgânicas

(capítulo 11)

(capítulo 11)

(capítulos 11, 12)

revela a

grandezas

relacionadas ao

conceito de

Proporção em mols

Propriedades

importante para

Cálculo

entre as quantidades

interpretar

que permite a

que permite a

físicas dos gases

algumas das

Mol

realização de

estequiométrico

realização de

dos participantes

(capítulo 14)

(capítulo 13)

(capítulo 15)

(capítulo 15)

386

Apêndice A

Tabela de cátions e de ânions

Cátions (íons positivos)

Carga 11

Carga 12

Carga 13

Carga 14

H

Ag

Mg2

Fe2

A,3

Au3

Pt4

Sn4

Li

Cu

Ca2

Mn2

Bi3

Fe3

Pb4

Mn4

Na□

Au□

Sr2□

Pb2□

Co3□

Sb3□

K□

NH□4

Ba2□

Sn2□

Cr3□

As3□

Rb□

H3O□

Ra2□

Pt2□

Ni3□

Mn3□

Cs□

Hg2□

2

Zn2□

Cu2□

Co2□

Ni2

Cd2

Hg2

Cr2

o de 1998.eir

Ânions (íons negativos)

Carga 1

Carga 2

Carga 3

F

Fluoreto

O2

Óxido

PO3

4

Fosfato

C,

Cloreto

O2

3

2

Peróxido

BO3

Borato

Br

Brometo

S2

Sulfeto

Fe(CN)3

6

Ferricianeto

I

Iodeto

SO2

3

Sulfi to

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

C,O

Hipoclorito

SO2

4

Sulfato

odução pr

C,O

Clorito

S

Tiossulfato

Repr

2

2O23

C,O

3

Clorato

CO23

Carbonato

C,O

4

Perclorato

C2O24

Oxalato

NO

2

Nitrito

SiO23

Metassilicato

NO

3

Nitrato

HPO23

Fosfi to

Carga 4

CN

Cianeto

CrO2

4

Cromato

P2O47

Pirofosfato

OCN

Cianato

Cr

2O 27

Dicromato

SiO44

Silicato

SCN

Tiocianato

MnO2

□

4

Manganato

Fe(CN)46

Ferrocianeto

PO□

□

3

Metafosfato

MnO23

Manganito

H2PO□2

Hipofosfi to

MnO□4

Permanganato

OH□

Hidróxido

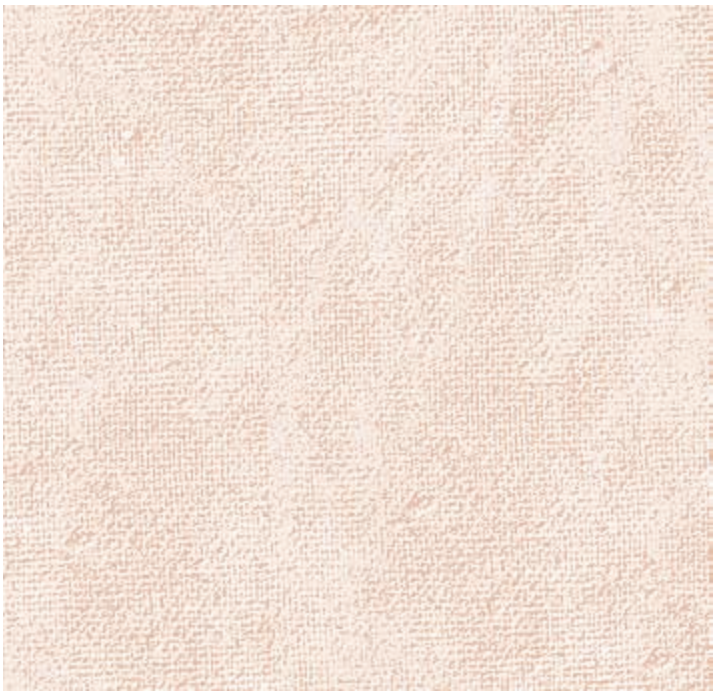
H□

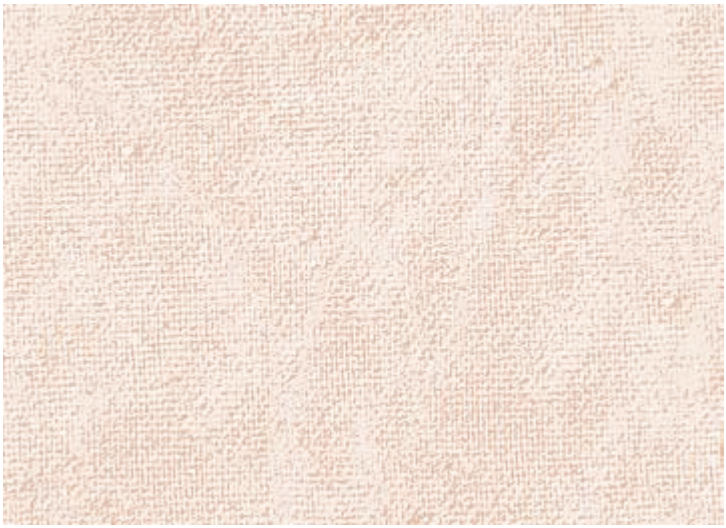
Hidreto

CH3COO□

Acetato

387





Apêndice B

Potências de dez e notação científi ca

Potências de dez são muito úteis em ciências. Com o auxílio das potências de dez, qualquer número real pode ser escrito em notação científi ca.

100.000

5 105

10.000

5 104

1.000

5 103

100 5 102

10 5 101

1 5 100

0,1

5 10–1 5 1/101

0,01

5 10–2 5 1/102

0,001

5 10–3 5 1/103

0,0001

5 10–4 5 1/104

0,00001

5 10–5 5 1/105

o de 1998.eir

Dizemos que um número está expresso em notação científi ca quando ele está escrito na forma a z 10b, sendo a um número real tal que 1 □ a □ 10 e b um número inteiro (isto é, b = ..., –3, –2, –1, 0, 1, 2, 3, ...).

A notação científi ca permite expressar com facilidade números muito grandes ou muito pequenos. Exemplos:

• 560.000 = 5,6 z 105

• 602.000.000.000.000.000.000.000 = 6,02 z 1023

• 0,078 = 7,8 z 10–2

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• 0,00000000000000000016 = 1,6 z 10–19

Usando a notação científi ca e conhecendo as operações relacionadas no quadro abaixo, fi ca odução pr

relativamente simples realizar operações matemáticas envolvendo números muito grandes ou Repr

muito pequenos. Exemplos:

• Multiplicar 800.000 por 0,0002:

Algumas operações

8 z 105 z 2 z 10–4 = 8 z 2 z 105 z 10–4 = 16 z 10(5) + (–4) = 16 z 101 = 1,6 z 102

envolvendo potências de dez

Conservamos a base

e somamos os expoentes

Multiplicação: 10m ? 10n = 10(m + n)

• Dividir 800.000 por 0,0002:

Divisão:

10m

——

10n 5 10m 2 n

8 ? 105

———

5 8

—

5 4 ? 10(5) 2 (24) 5 4 ? 109

2

Potenciação: (10m)n = 10m ? n

? 1024

2 ? 105

——

1024

Conservamos a base

Radiciação: n d XXXX

10m

5 10m/n

e subtraímos os expoentes

• Elevar 800.000 ao quadrado:

(8 z 105)2 = (8)2 z (105)2 = 64 z 1010 = 6,4 z 1011

Multiplicamos 5 por 2

• Extrair a raiz quadrada de 0,0009:

d XXXXXXX

9 ? 1024

5 d XX

9 ? d XXXXX

1024

5 3 ? 1022

Dividimos – 4 por 2

388

Apêndice C

Algumas unidades, seus múltiplos

e submúltiplos

grandeza

unidade

Símbolo

Relações importantes

Massa

grama

g

1 kg = 103 g

quilograma*

kg

1 t = 103 kg = 106 g

tonelada

t

Comprimento

metro*

m

Volume

metro cúbico*

m3

1 m3 = 103 L

decímetro cúbico

dm3

1 L = 1 dm3 = 103 mL = 103 cm3

centímetro cúbico

cm3

litro

L

mililitro

mL

o de 1998.

Pressão

atmosfera

atm

1 atm = 760 mmHg = 760 torr

eir

milímetro de mercúrio

mmHg

1 atm = 1,013 z 105 Pa

torr

torr

pascal*

Pa

Temperatura

celsius

˚C

temperatura em K = temperatura em ˚C + 273

kelvin*

K

Quantidade de matéria

mol*

mol

quantidade em mols = massa/massa molar

*** Unidades que fazem parte do Sistema Internacional de Unidades (SI).**

Há muitos prefi xos que, quando utilizados, permitem expressar múltiplos ou submúltiplos oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

de unidades. Alguns deles aparecem nas tabelas a seguir.

Veja exemplos desses prefi xos, quando aplicados ao metro, unidade de comprimento: odução pr

• 1 terametro = 1 Tm = 1012 m

Múltiplo

Prefi xo

Símbolo

Repr

• 1 gigametro = 1 Gm = 109 m

1012

tera

T

• 1 megametro = 1 Mm = 106 m

• 1 quilômetro = 1 km = 103 m

109

giga

G

• 1 milímetro = 1 mm = 10–3 m

106

mega

M

• 1 micrometro = 1 μm = 10–6 m

103

quilo

k

• 1 nanômetro = 1 nm = 10–9 m

• 1 picometro = 1 pm = 10–12 m

Submúltiplo

Prefi xo

Símbolo

10–3

mili

m

Outros exemplos, envolvendo outras unidades:

10–6

micro

μ

• 1 quilograma = 1 kg

= 103 g

• 1 miligrama = 1 mg

= 10–3 g

10–9

nano

n

• 1 mililitro

= 1 mL

= 10–3 L

10–12

pico

p

• 1 milimol

= 1 mmol = 10–3 mol

• 1 quilopascal = 1 kPa = 103 Pa

Há outros prefi xos, além dos apresentados, que possuem menor importância. Apenas um dos que não foram mostrados na tabela merece comentários. É o prefi xo *centi* (c), que corresponde a 10–2. Ele é muito empregado em associação com a unidade metro. Assim sendo, 1 centímetro = 1 cm = 10–2 m.

Respostas

Capítulo 2. Substâncias químicas

junto com parte da água. A água que sobra no recipiente

c) Sim. Em 100 g de metano há 75 g de carbono e 25 g pode ser vagarosamente entornada para outro recipiente de hidrogênio. Portanto, no metano há 75% em (decantação). Tanto a areia quanto a serragem estarão massa de carbono e 25% em massa de hidrogênio.

1.

a)

sim b)

sim c)

não d)

não

separadas uma da outra, porém molhadas. Essa água

13. 82,4% em massa de nitrogênio e 17,6% em massa de 2.

O vapor de água presente na atmosfera interna do

restante pode ser eliminada por evaporação.

hidrogênio.

veículo condensa-se na superfície dos vidros.

45. O íma atrai a limalha de ferro, mas não a areia. Assim, a 14. B

15. A

3.

Os fi lamentos aquecem o vidro e provocam a vapo-

mistura pode ser colocada sobre um papel e, passando-

rização da água líquida que está na sua superfície,

-se o ímã por baixo dele, separa-se a limalha da areia.

desembaçando-o.

46. A

47. E

48. E

49. C

50. D

Capítulo 4. Do macroscópico

4.

É inferior a 1.538 °C, pois o ferro não chega a sofrer

51. D

52. A

53. E

54. V, F, V, V, F

ao microscópico: átomos e

fusão.

55. a) Acrescentar água, agitar e usar o funil de separação.

moléculas

5.

É □39 °C, pois abaixo dessa temperatura o mercúrio

b) X e Y são líquidos, a 25 °C. Acrescentando água e

é sólido.

agitando, Y se dissolve nela, mas X não, permane-

1.

Os símbolos representam os elementos químicos e as

6.

A afi rmação é incorreta, pois o fi lamento não sofre

cendo no fundo, pois é mais denso que a solução

fórmulas representam as substâncias químicas.

fusão e o ponto de fusão do tungstênio é inferior a

aquosa de Y. O funil de separação permite separar

4.000 °C.

X da solução aquosa de Y.

2.

A molécula de sacarose é formada por 45 átomos,

sendo 12 do elemento carbono, 22 do elemento

7.

A temperatura das chamas atingiu um valor máxi-

hidrogênio e 11 do elemento oxigênio.

mo superior ao ponto de fusão do ouro (1.064 °C)

Capítulo 3. Introdução ao

— pois ele sofreu fusão —, mas inferior ao ponto

3.

a) mistura

de fusão do rubi (2.054 °C) — pois este permaneceu

conceito de reação química

b) Sim, pois uma solução é uma mistura homogênea.

sólido.

c) três

1.

Resolvido.

8.

A hipótese B interpreta melhor, pois, pela hipótese A,

4.

a) fórmula

b) três

o volume de água no copo de vidro diminuiria em

2.

Quando uma folha de papel queima, há formação de

5.

a) cinco

pouco tempo, fato que não é observado.

novas substâncias. Assim, a queima do papel é uma

b) carbono, hidrogênio, oxigênio, enxofre e ferro

transformação química. Já quando uma folha de papel

9.

C

10. C

é rasgada, não há formação de novas substâncias.

6.

H2SO4

11. a) Evaporação e condensação.

Assim, não há transformação química.

7.

a) □ e □ — uma só substância, formada por átomos

b) Processo 3, solidifi cação.

3.

Soma: 39 (01, 02, 04 e 32)

4. B

de apenas um elemento químico.

12. Resolvido. 13. 4.756 g

14. 5 g

b)

□ e □ — uma só substância, formada por átomos

5.

a) A equação pode ser interpretada como “hematita e

de dois ou mais elementos químicos.

15. 179 kg

16. 100.000

17. Resolvido.

monóxido de carbono reagem para formar ferro

c)

□, □, □ e □ — mistura, formada por duas ou

o de 1998.

18. 1.500 mL

19. 20

20. 60

e dióxido de carbono”. Portanto, os sinais de mais

mais substâncias diferentes.

eir

indicam “e”.

21. Resolvido.

8.

a) Hidrogênio □ H, fl úor □ F, oxigênio □ O, car-

b) Signifi ca “reagem para formar” ou “reagem pro-

bono

22. a) 7

□ C.

? 103 L

b) 7 m3

duzindo”.

b)

□ HF; □ O2; □ O3; □ CH4; □ F2 e O2; □ H2, F2 e

23. a) 20 mL

b) 7,97 g/cm3

c) Hematita e monóxido de carbono.

HF; □ O

d) Ferro e dióxido de carbono.

2 e O3; □ CH4 e C2H2.

24. A

25. A

26. A

27. A

e) Os reagentes são hematita e monóxido de carbono

9.

a) NO

c) N2O

e) N2O4

28. Resolvido.

e os produtos são ferro e dióxido de carbono.

b) NO2

d) N2O3

f) N2O5

29. a) duas

6.

Carvão e oxigênio reagem para produzir gás carbô-

10. a) CH4

c) C3H8

e) C2H4

g) C3H6

b) três

nico.

b) C2H6

d) C4H10

f) C2H2

h) C6H6

c) Na fase líquida há dois componentes (água e

7.

a) seis

11. Sim. A representação NO2 é para a molécula formada açúcar) e na fase sólida há um (chumbo).

b) Simples: nitrogênio, hidrogênio e cloro; são

por três átomos, dos quais um é do elemento nitrogê-

30. Não. O sistema da questão anterior é um dos inú-substâncias que não podem ser decompostas em

nio e dois são do elemento oxigênio. A representação

meros exemplos possíveis. Outro exemplo é água

outras. Compostas: cloreto de amônio, amônia e

N2O4 é para a molécula formada por seis átomos, dos

sólida água líquida.

cloreto de hidrogênio; podem ser decompostas

quais dois são do elemento nitrogênio e quatro são

do elemento oxigênio.

31. a) Mistura, pois é formado por mais de uma substân-em outras substâncias.

cia.

8.

a) Fechado, pois não permite a troca de matéria entre

12. a) nitrogênio, oxigênio, hidrogênio, argônio, carbono, hélio, neônio, criptônio, xenônio, radônio e enxofre.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

b) Não, pois uma solução é uma mistura homogênea.

o meio interno e o meio externo.

b) N

32. a) cinco

b) Pode-se prever que a massa fi nal é igual à inicial.

2, O2, Ar, He, Ne, Kr, Xe, Rn e O3

c) H

b) seis

c) A Lei da Conservação da Massa ou Lei de Lavoi-

2O, CO2, SO2, SO3, NO e NO2

odução pr

c) Na fase líquida há três componentes e em cada

sier, enunciada pelo francês Antoine Lavoisier:

13. a) Ar, He, Ne, Kr, Xe e Rn

a massa fi nal de um recipiente fechado, após

b) N2, O2 e NO

Repr

uma das quatro fases sólidas há apenas um com-

ponente.

ocorrer dentro dele uma reação química, é sempre

c) O3, H2O, CO2, SO2 e NO2

d) A fase líquida é uma solução, na qual a água é o

igual à massa inicial.

d) SO3

solvente.

9.

Lei de Lavoisier:

14. Nas substâncias puras há uma composição bem 33. a) uma

b) água

c) açúcar

1a linha: 15 g 5 7 g □ 8 g

defi nida, que se deve ao fato de as moléculas serem

2a linha: 30 g 5 14 g □ 16 g

formadas por um certo número bem defi nido de

34. D 35. D 36. E 37. B 38. A 39. E

3a linha: 60 g 5 28 g □ 32 g

átomos de um ou mais elementos químicos. Já uma

40. a) Não é correta, pois pode ser uma mistura homo-4a linha: 90 g 5 42 g □ 48 g

mistura não apresenta uma composição bem defi ni-

gênea.

da. (Porém, cada componente da mistura pode ser

Lei de Proust:

b) Não é correta. Um sistema formado apenas por

representado por uma fórmula.)

água, por exemplo, pode apresentar mais de uma

massa de nitrogênio

7 g

14 g

28 g

42 g

_____ 5

__ 5

___ 5

___ 5

___

fase, já que nele pode haver água na fase sólida e

massa de oxigênio

8 g

16 g

32 g

48 g

15. a)

água na fase líquida.

10. a) 1a linha: 14 g

cO

41. Resolvido.

2a linha: 6 g

b) ou

ce

3a linha: 42 g

s

42. A

N

massa de nitrogênio

_____

14 g

28 g

42 g

Os

43. Água e tetracloreto de carbono formam uma mistura b)

___

___

___

massa de hidrogênio 5

5

5

3 g

6 g

9 g

l

c)

heterogênea líquido-líquido. Pode-se utilizar, para

di

11. Resolvido.

: a

separar a água e o tetracloreto de carbono, um funil de

se

separação (ou funil de decantação ou funil de bromo).

12. a) O valor de *x*, que é 1 g, pode ser determinado çõ

Para tanto, coloca-se a mistura dentro do funil e abre-

empregando-se a Lei da Conservação da Massa.

d)

ou

ou

ar

-se a torneira, permitindo o escoamento da fase inferior,

b) Para determinar o valor que falta na segunda e na

ts

ou seja, a mais densa, que é o tetracloreto de carbono

terceira linhas, pode-se usar a Lei de Lavoisier.

ilu

(d 5 1,6 g/cm3) e que é recolhida em um frasco. Fecha-

A utilização da Lei de Proust permite determinar

ou

ou

-se a torneira no momento em que a fase mais densa

os valores que faltam nessas e nas demais linhas.

acabou de escoar. Consegue-se, assim, separar a água

metano # carbono hidrogênio

16. C 17. D 18. E 19. B 20. E 21. D

e o tetracloreto de carbono: a mais densa, o tetracloreto

4 g

3 g

1 g

22. Vamos usar R para o símbolo do elemento representado de carbono, está recolhida no frasco e a menos densa,

8 g

6 g

2 g

em roxo e A para o representado em amarelo. A e B não

a água, permanece no funil de separação.

12 g

9 g

3 g

podem representar a situação fi nal, porque desaparecem

44. Pode-se adicionar água à mistura. A serragem fl utua e a 16 g

12 g

4 g

átomos de R e aparecem átomos de A. □ e □ não podem

areia permanece no fundo. Adicionando água sufi ciente,

20 g

15 g

5 g

representar a situação fi nal, porque desaparecem átomos de R

a serragem acaba sendo jogada para fora do recipiente

100 g

75 g

25 g

e de A, e aparecem átomos de outro elemento (representado

390

Respostas

em outra cor). □ não representa a situação fi nal, porque

Capítulo 5. Introdução à

34. B

35. A

36. E

37. C

desaparecem átomos de A e aparecem átomos de R. □

38. a) [Ar] 4s2 3d10 4p2; K—2 L—8 M—18 N— 4

representa a situação fi nal, porque a quantidade de átomos

estrutura atômica

b) [Ar] 3d4; K—2 L—8 M—12

de A e de R se mantém inalterada; os átomos apenas se

1.

B

2. C

3. A

4. D

5. A

6. A

39. A

40. A

41. D

recombinam, de moléculas de R2 e A2 em moléculas de RA.

7.

E

8. B

9. F, V, V, F

10. B

23. a) Reagentes: H2 e C,2; produto: HC,

Capítulo 7. A tabela periódica

b) H

11. O número 24 é o número atômico, ou seja, o nú-2 C,2 # 2 HC,

mero de prótons que existe no núcleo do átomo.

dos elementos

24. a) Reagentes: NO e O2; produto: NO2

O número 51 é o número de massa, que corresponde

b) 2 NO O2 # 2 NO2

à soma dos números de prótons e nêutrons.

1.

C

2. B

3. Elementos representativos.

25. a) Já está balanceada.

12. Resolvido.

13. Resolvido.

4.

Elementos de transição.

b) 2 SO2 O2 # 2 SO3

14. a) 6 prótons, 6 elétrons e 6 nêutrons.

5.

H, Na e K (grupo 1); Ca e Ba (grupo 2); C (grupo 14);

c) 2 H2O2 # 2 H2O O2

b) 8 prótons, 8 elétrons e 9 nêutrons.

N (grupo 15); O e S (grupo 16); F, C, e Br (grupo 17);

d) 2 CO O2 # 2 CO2

c) 7 prótons, 7 elétrons e 6 nêutrons.

He e Ar (grupo 18).

e) 2 N2H4 N2O4 # 3 N2 4 H2O

d) 13 prótons, 13 elétrons e 14 nêutrons.

6.

Fe (grupo 8) e Au (grupo 11)

7. U

26. a)

H

9

2O

□ CO # H2 □

CO2

15. 2394 Pu

8.

H, Na e K (grupo 1); Ca e Ba (grupo 2); O e S (grupo

16.

a)

sim b)

sim c)

não d)

sim

16); F, C, e Br (grupo 17); He e Ar (grupo 18).

17. E

18. E

19. C

20. D

9.

H e He: 1o período; C, N, O e F: 2o período; Na, S, C,

21. C

22. B

23. C

24. A

e Ar: 3o período; K, Ca, Fe e Br: 4o período; Ba e Au:

b) 2 SO2 □ O2 #

2 SO3

6o período.

25. a) Os átomos, segundo se aceita atualmente, são constituídos por partículas subatômicas: os prótons,

10. a) Na e K

c) O e S

e) He e Ar

os nêutrons e os elétrons. Assim, o átomo não é

b) Ca e Ba

d) F, C, e Br

cOce

indivisível.

11. a) Em ordem crescente de números atômicos.

sN

b) Há elementos químicos que são formados por

b) Halogênios: grupo 17; metais alcalinos: grupo 1;

Os

dois ou mais isótopos (átomos que possuem o

metais alcalino-terrosos: grupo 2; calcogênios:

ldi

mesmo número atômico, mas diferentes números

grupo 16; gases nobres: grupo 18.

: a

de massa). Os isótopos são átomos de um mesmo

s

12. C 13. B 14. A 15. D 16. A 17. D

c)

e

2 H

elemento que não são idênticos em massa.

2O2

 # 2 H2O

□

O2

ção

18. B 19. D 20. A 21. E 22. Resolvido.

o de 1998.

a

26. B

27. Soma: 21 (01, 04 e 16) 28. 151

r

eir

t

23. Resolvido. 24. C 25. B 26. A 27. E

s

29. Resolvido. 30. Resolvido. 31. Resolvido.

ilu

28. C 29. C 30. Todas as proposições estão corretas.

32. A 33. E 34. A 35. A 36. E 37. E

31. E 32. A

38. A 39. D 40. D 41. A 42. C

33. a) III argônio; IV selênio.

43. a) 40

b) 82

c) 38

d) 44

b) metal I e II; gás nobre III.

d)

2 CO

** O2**

#

2 CO2

c) I 4o período e grupo 7 (ou família 7B); II Capítulo 6. Noção mais detalhada

6o período e grupo 3 (ou família 3B); III 3o pe-

da estrutura atômica

ríodo e grupo 18 (ou família 0); IV 4o período e grupo 16 (ou família 6A); V 3o período e grupo 14 (ou família 4A).

1.

C

2. C

3. C

4. C

d) Elementos de transição: I e II (mais especifi camente,

e)

2 N

5.

E

6. D

7. D

II é de transição interna); elementos representati-

2H4 □ N2O4

 # 3 N2 □ 4 H2O

8.

1) vermelho-tijolo (ou alaranjado): cálcio

vos: III, IV e V.

vermelho: estrôncio

34. B 35. D 36. E 37. A 38. B 39. B

verde-amarelado: bário

40. A 41. D 42. D 43. E 44. B 45. C

2) Elétrons do metal, ao receberem energia da chama,

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

são excitados. No retorno, emitem energia na forma

46. B 47. C 48. V, V, V, V, V e V

49. C

de luz. Essa energia corresponde à diferença de

50. A 51. B 52. D 53. D 54. C

energia entre os dois níveis envolvidos na tran-

55. a)

odução pr

Legenda:

sição, cujo valor é característico do elemento. Por

56Ba b)

26Fe, 80Hg e 24Cr

56. B

57. 1) Observa-se um aumento gradual na energia de

Repr

isso, a cor é diferente para elementos diferentes.

Hidrogênio

Nitrogênio

ionização devido à diminuição do raio, ou seja, a

9.

E

10. A

uma maior atração nuclear efetiva sobre os elétrons

Oxigênio

Enxofre

11. a) 1s2 2s2

externos.

b) 1s2 2s2 2p3

2) O valor da energia de ionização do sexto elétron

Carbono

é muito maior do que a do quinto, porque houve

c) 1s2 2s2 2p6

uma diminuição no número de camadas. O quinto

d) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p1

elétron está na segunda camada, enquanto o sexto

27. Ao alterar a fórmula H2 para H6 e a fórmula NH3

e) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2

está na primeira.

para N2H6, o estudante deixou de representar cor-

f) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d8

58. a) S2□, C,□, Ar e Ca2□

retamente as substâncias gás hidrogênio e amônia.

g) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p5

b) Os elementos S, Ar, A, e C, pertencem ao 3o perío-

A equação fi caria corretamente balanceada colocando

h) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6 5s1

do. Dentre

o coefi ciente 3 na frente de H

13A,3 (10 e, 2 camadas), 16S2 (18 e, 3

2 e o coefi ciente 2 na

camadas), 17C, (18 e, 3 camadas) e 18Ar0 (18 e, 3

frente de NH

i) 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6 5s2 4d10 5p6 6s1

3: N2 3 H2 # 2 NH3.

camadas), o potencial de ionização é menor para a

12. C

13. D

14. D

15. D

28. a) H

espécie S2, pois apresenta maior raio.

2 C,2 # 2 HC,

b) SO

16. a) K—2 L—2

59. a) Hélio, neônio e argônio.

3 H2O # H2SO4

b) K—2 L—5

c) P

b) No intervalo de Z 5 3 a Z 5 10, o número de camadas

2O5 3 H2O # 2 H3PO4

c) K—2 L—8

eletrônicas é o mesmo. Com o aumento do número

d) Zn 2 HBr # ZnBr2 H2

d) K—2 L—8 M—3

atômico, aumenta a carga nuclear, aumentando

e) 2 A, 6 HC, # 2 A,C,

e) K—2 L—8 M—8 N—2

3 3 H2

assim a atração exercida pelo núcleo sobre os elé-

f) Cu

f) K—2 L—8 M—16 N—2

2 AgNO

trons mais externos, diminuindo o raio atômico e

3 # 2 Ag Cu(NO3)2

g) K—2 L—8 M—18 N—7

g) 2 C

acarretando um aumento da energia de ionização.

,2 CH4 # CH2C,2 2 HC,

h) K—2 L—8 M—18 N—8 O—1

h) C

60. C

2H6O 3 O2 # 2 CO2 3 H2O

i) K—2 L—8 M—18 N—18 O—8 P—1

i) 2 AgNO

61. O elemento que corresponde ao gráfi co 1 é o enxofre, 3 BaC,2 # 2 AgC, Ba(NO3)2

17. D 18. C 19. Resolvido. 20. Resolvido.

pois está localizado no 3o período e possui 6 elétrons

j) 2 H3PO4 3 Ca(NO3)2 # Ca3(PO4)2 6 HNO3

21. D 22. D 23. D 24. B 25. C 26. C

em sua camada de valência, já que, segundo o gráfi co

29. a) NO2

b) 2 N2 O2 # 2 N2O

27. D 28. Resolvido. 29. Resolvido.

1, há uma grande diferença entre a 6a e a 7a energias

30. B

31. D

de ionização, indicando uma mudança de camada.

30. B 31. D 32. E

O grupo ao qual pertencem os elementos do gráfi co

32. N2 □ 3 H2 # 2 NH3

33. a) C, □ III, Mg □ II, Ne □ I.

2 que apresentam as quatro maiores afi nidades ele-

33. C

34. A

b) C,□ □ IV, K□ □ IV, A,3□ □ I.

trônicas é o grupo 17 (ou família VIIA).

391

Capítulo 8. Ligações químicas

H

40. E

41. E

42. D

interatômicas

34. a) H

C

N

H

43. A água escoaria mais rapidamente da superfície modifi cada (a da direita). Isso porque, na superfície não

modifi cada (a da esquerda), ligações de hidrogênio

1.

Resolvido.

2. Resolvido.

H

H

(entre H2O e os grupos OH) tendem a fazer a água

3.

E

4. D

5. B

b)

O

C

O

fi car aderida e escoar mais lentamente.

6.

a) X grupo 17 (ou família 7A)

C, C,

C, F

44. E 45. C 46. Resolvido. 47. A 48. B

Y

grupo 1 (ou família 1A)

c)

F

C

C

F ou C,

C

C

F

49. Em I são rompidas ligações de hidrogênio que b) YX, ligação iônica. De acordo com a regra do octeto,

mantêm as moléculas unidas. Em II são rompidas as

X perde 1 elétron e Y recebe 1 elétron. O composto

F

F

F

F

ligações covalentes que mantêm os átomos de H e O

iônico formado é Y□X-.

unidos na molécula de água.

7.

E

8. D

9. D 10. D 11. A 12. C

35. C

36. D

37. A

38. D

39. B

50. E

13. B 14. A 15. E 16. B 17. Resolvido.

40. A

41. A

42. D

43. E

44. C

51. Ligação de hidrogênio (ponte de hidrogênio).

18. B 19. A 20. Resolvido. 21. E

45. D

46. D

47. D

52. C

53. Resolvido.

54. D

H

48. 1 □ errado; 2 □ errado; 3 □ errado; 4 □ certo.

H

55. CH4 possui fracas interações intermoleculares, do 49. B

50. D

51. D

52. Resolvido.

tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido; H2S possui

22. a) H C H

H

C

H

interações mais fortes, do tipo dipolo-dipolo, e H

53. O HBr é substância molecular e o KBr é substância 2O

apresenta interações ainda mais fortes, do tipo liga-

H

H

iônica. Espera-se, portanto, que o ponto de fusão do

ções (pontes) de hidrogênio.

KBr seja maior que o do HBr.

56. Todos os itens são verdadeiros.

b)

H N H

H

N

H

54. a) NaC, e Na2O

e) O2 e HC,

57. Em H2O e NH3, as moléculas se unem por ligações H

b) O

H

2 e HC,

f) Pt e Zn

c) Pt e Zn

g) NaC

(pontes) de hidrogênio; contudo, no caso da água,

, e Na2O

existem mais ligações de hidrogênio entre as molé-

c)

C P C

C

P

C

d) NaC,, Na2O, Pt e Zn h) O2 e HC,

culas do que no caso da amônia. Já o CH4 apresenta

55. E

56. C

57. E

58. B

59. A

C

interações intermoleculares mais fracas, do tipo

C

dipolo instantâneo-dipolo induzido.

H

H

Capítulo 9. Geometria

Capítulo 10. Condutividade

d)

C C C

C

C

C

molecular e ligações químicas

elétrica de soluções aquosas

C

intermoleculares

C

1.

Solução eletrolítica conduz corrente elétrica e solução

o de 1998.

1.

D

2. D

3. A

4. E

5. E

6. A

não eletrolítica não conduz.

eir

e)

H Br

H

Br

7.

Resolvido.

8. A

9. D 10. B 11. C

2.

Solução iônica contém íons dissolvidos e solução

molecular não contém.

f)

H

S

H

S

12. E 13. D

14. a) 9 h 05 min

b) 10 h 20 min

3.

a) Iônico, pois é formado pelo cátion sódio (Na□) e

H

H

pelo ânion cloreto (C,□).

15. a) MgF2 □ ligação iônica

b) Dissociação iônica, pois os íons já existentes se

b) NH

g)

F

O

F

O

3 ligação covalente

separam sob a ação do solvente água.

16. C

17. A

18. B

19. A

c) Sim, pois apresenta íons livres.

F

F

20.

Pa

Ra

Be

N

S

4.

a) Molecular, pois é formado por hidrogênio ligado

ao cloro (não metal).

h)

O

C

O

O

C

O

1

2

3

4

5

b) Ionização, pois há a quebra da molécula, originan-

21. São corretas: 01, 02, 08 e 16.

do íons.

23. A

c) Sim, pois apresenta íons livres.

22. B

23. A

24. D

24. a) Por meio de uma ligação covalente, na qual elétrons 5.

a) Molecular, pois é formada por hidrogênio e pelos

25.

H

C,

são compartilhados por ambos os átomos.

não metais carbono e oxigênio.

b) Representando por X o elemento da família 4A

H

C

H

C

b) Nenhuma delas, pois a solução é molecular.

,

C

C,

(grupo 14) e por Y o elemento da família 7A

c) Não, pois não apresenta íons livres.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

(grupo 17):

C,

C,

6.

C

7. C

8. E

9. E

Y

A molécula com momento dipolar resultante diferente

10. A

11. D

12. B

de zero é CH3C,.

odução pr

Y

X

Y XY

13. O H2SO4 é um composto molecular que, em água,

4

26. a) Covalente polar.

Repr

sofre ionização, formando uma solução iônica.

b) Porque, como decorrência da geometria molecular

Y

14. O número de cátions H é igual ao de ânions C,,

tetraédrica, o vetor momento de dipolo resultante

25. a) Covalente, pois ambos os átomos precisam de é nulo (μ

pois são formados em igual quantidade na ionização

R 5 0).

1 elétron para completar o octeto.

do HC,:

27. E 28. Resolvido. 29. Resolvido.

b) Iônica, pois, para completar o octeto, o potássio

H2O

HC

deve perder 1 elétron e o bromo receber 1 elétron.

30. HC,, pois é polar, como a água.

, (g) @# H (aq) C, (aq)

A solução é eletricamente neutra, pois, nela, a

26. D 27. C 28. D 29. E 30. Resolvido.

31. CC,4, pois é apolar, como a gasolina.

quantidade de cargas elétricas positivas é igual à de

**32. Espera-se que o álcool etílico (polar) se dissolva me-
negativas. Contudo é incorreto afi rmar que a solução**

H

H

H

lhor em acetona (polar) do que em gasolina (apolar).

“não conduz eletricidade”, uma vez que apresenta

31. a)

C

C

d)

C

O

33. O iodo é apolar. Para sua remoção é recomendado íons livres (H (aq) e C, (aq)).

H

H

H

um solvente apolar, que, no caso, é o CC,4.

15. B

16. D

b)

H

C

C

H e)

H

C

N

34. A gordura é apolar. Para removê-la é mais efi ciente 17. a) Cloreto de sódio, pois, no estado líquido, há íons um solvente apolar, que, no caso, é a benzina.

livres.

H

b) Iodo, I

C

35. B

36. Resolvido.

2, pois é um composto molecular e sua

molécula é apolar.

c)

H

C

O

H f) C

O

37. Dipolo-dipolo: A, G, H, J, K e L; dipolo instantâneo-C

-dipolo induzido: B, C, F e I; ligação de hidrogênio:

H

D e E.

Capítulo 11. Princípios de

32. E

38. a) Trigonal plana.

Química Inorgânica

b) O ângulo entre as ligações B k F é de 120°.

33. a) O

S

O

S

O

S

c) As ligações B k F são polares.

1.

Ácidos possuem sabor azedo. Bases possuem sabor

O

ou

d) A molécula é apolar, pois os dipolos se cancelam.

adstringente e deixam a pele escorregadia. Como é

O

O

e) Interações dipolo instantâneo-dipolo induzido

muito arriscado colocar substâncias na boca para realizar

(Obs.: Lembre-se de que a molécula de BF3 não

testes, utilizam-se os indicadores ácido-base, que adqui-

b)

O

S O

O

S

O

O

S

O

obedece à regra do octeto, fi cando o boro com seis

rem cores diferentes em meio ácido e em meio básico.

O

ou

elétrons na última camada.)

O

2.

É uma substância que apresenta cores diferentes em

O

39.

H

H

H

meio ácido e em meio básico.

c)

O

O

O

O

O

O

N

H

N

H

N

H

3.

Em laboratórios: fenolftaleína e tornassol; extraídos

O

ou

de vegetais: extrato de repolho roxo, sucos de uva

O

O

H

H

H

e de amora.

392

Respostas

4.

São condutores de corrente elétrica: b e d (pois aprec) HNO

3 # H NO3

l) bromato de potássio

sentam íons livres).

d) H

2□

2SO4 # 2 H□ □ SO4

m) sulfato de cobre (II) ou sulfato cúprico

5.

Ácidos: H□; bases: OH□.

e) H

2□

n) sulfeto de ferro (II) ou sulfeto ferroso

2CO3 # 2 H□ □ CO3

3□

o) sulfato de ferro (III) ou sulfato férrico

6.

a) No H□ há 1 próton e no OH□ há 9 prótons (8 do

f) H3PO4 # 3 H□ □ PO4

oxigênio e 1 do hidrogênio).

23. a) H

□

54. a) FeCO3

c) Ni(NO3)2

2SO4

 # H□ □ HSO4

b) No H□ não há elétrons e no OH□ há 10 elétrons (8

b) Cr

HSO□

2□

2(SO4)3

d) Pb(SO4)2

4

 # H□ □ SO4

do oxigênio, 1 do hidrogênio e 1 que confere ao

b) H

□

55. C

56. E

57. D

conjunto a carga global negativa).

2SO3

 # H□ □ HSO3

HSO□

2□

58. a) H

O

C□

O

ou

H

O

C

O

3

 # H SO3

7.

H k F H k C H

k Br H k I H k S

c) H

2CO3

 # H HCO3

O

H

HCO

2

O

3

 # H CO3

b) clorato de alumínio

d) H

8. H O

Ligação covalente

3PO4

 # H H2PO4

H

2

59. a) Apenas um, aquele que está ligado ao oxigênio. Os 2PO4

 # H HPO4

2

3

outros dois estão ligados ao fósforo, elemento de

9.

a) ácido clorídrico

l) ácido cianídrico

HPO4 # H PO4

eletronegatividade quase igual à do hidrogênio.

b) ácido hipocloroso

m) ácido fosfórico

e) H

□

4P2O7

 # H□ □ H3P2O7

b) H

c) ácido cloroso

n) ácido fosforoso

3PO2 □ NaOH # NaH2PO2 □ H2O

H

□

2□

3P2O7 # H□ □ H2P2O7

d) ácido clórico

o) ácido hipofosforoso

60. B

61. A

62. E

H

2□ # H□ □ HP 3□

e) ácido perclórico

p) ácido pirofosfórico

2P2O7

2O7

HP 3□ # H□ □ P 4□

63. 1o foguete □ cloreto de sódio (NaC□)

f) ácido sulfídrico

q) ácido metafosfórico

2O7

2O7

2o foguete □ cloreto de cobre (I) (CuC□) ou cloreto

g) ácido sulfúrico

r) ácido carbônico

24. Tanto H2O como HNO3 são compostos moleculares, cuproso

h) ácido sulfuroso

s) ácido acético

o que justifi ca o fato de conduzirem mal a corrente

3o foguete □ carbonato de estrôncio (SrCO3)

i) ácido nítrico

t) ácido crômico

elétrica quando puros. No entanto, ao dissolver

4o foguete □ alumínio (A□)

j) ácido nitroso

u) ácido permangânico

HNO3 em água, ocorre um processo de ionização

□

k) ácido bromídrico

(HNO

64. a) No KC□ a ligação é iônica e no HC□, covalente.

3 # H□ □ NO3). Os íons produzidos são respon-

sáveis pela boa condutividade elétrica da solução.

b) Quando KC□ se dissolve em água, ocorre disso-

10. a) HNO3

e) H3PO4

i) HI

ciação iônica; quando HC□ se dissolve, ocorre

b) HC□O

25. C

26. A

3

f) HNO2

j) HF

ionização.

c) H2CO3

g) H2SO3

k) H3PO2

27. a) vinagre

c) KC□ é um sal e HC□ é um ácido.

d) H2SO4

h) HC□O

b) H2O, CH3COOH, CH3COO□ e H□ (ou H3O□)

65. No Na

11. a) HIO

2SO4 sólido existem ligações iônicas (entre

4

c) HBrO2

e) H3AsO4

28. C

29. D

30. KOH e NaOH

os cátions Na□ e os ânions SO2□) e covalente (entre os

b) HBrO

4

3

d) HIO

f) H2SeO4

31. a) hidróxido de lítio

áto mos de S e O que formam o ânion sulfato). Quan-

12. A

13. E

14. E

15. E

b) hidróxido de bário

do Na2SO4 se dissolve em água, ocorre dissociação

16. a) H

O

C

c) hidróxido de ferro (II) ou hidróxido ferroso

iônica. Nesse processo são rompidas apenas ligações

d) hidróxido de ferro (III) ou hidróxido férrico

iônicas que existem no Na

o de 1998.

b) H

O

C

O

ou

H

O

C

O

2SO4 sólido.

eir

e) hidróxido de estrôncio

66. 0 □ F, 1 □ F, 2 □ F, 3 □ V

O

O

f) hidróxido de césio

g) hidróxido de chumbo (II) ou hidróxido plumboso

67. a) H2SO4 □ 2 KOH # K2SO4 □ 2 H2O

c) H

O

C□

O

ou

H

O

C□

O

h) hidróxido de chumbo (IV) ou hidróxido plúmbico

b) H2SO4 □ KOH # KHSO4 □ H2O

32. a) KOH # K□ □ OH□

68. a) H

O

O

2CO3 □ 2 NaOH # Na2CO3 □ 2 H2O

b) Ba(OH)

b) H

2 # Ba2□ □ 2 OH□

2CO3 □ NaOH # NaHCO3 □ H2O

d) H

O

C

c) Fe(OH)

□

O

ou

H O

C□

O

3 # Fe3□ □ 3 OH□

69. a) H2S □ 2 NaOH # Na2S □ 2 H2O

33. a) Mg(OH)2

f) Cu(OH)2

b) H2S □ NaOH # NaHS □ H2O

O

O

b) Ca(OH)2

g) Sn(OH)2

70. Bicarbonato de sódio ou hidrogenocarbonato de só dio c) Fe(OH)2

h) Sn(OH)4

O

O

H

O

O

H

(ou, ainda, carbonato ácido de sódio).

d) Fe(OH)3

i) NH4OH

e)

S

ou

S

e) CuOH

j) A□(OH)

71. a) H

3

2S; bissulfeto

b) H

O

O

H

O

O

H

34. a) NH

2SO3; bissulfi to

3

c) H

b) Estado gasoso.

2SO4; bissulfato

O

O

H

c) É uma base.

d) H2CO3; bicarbonato

ou

S

d) Quando a amônia se dissolve em água, sofre ioniza-

72. C

73. E

74. A

75. D

ção, produzindo íons OH□, de acordo com a equa-

O

O

H

76. A

77. C

78. E

□

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

ção: NH3 (g) □ H2O (□) # NH4 (aq) □ OH□ (aq)

O

H

O

H

e) Seu odor é forte e irritante.

79. a) 12Mg2□ < 20Ca2□ < 19K□

f) O

S

ou

O

S

f) É o íon hidroxila, OH□.

□

H

□

□

H

odução pr

g) Cátion amônio, cuja fórmula é NH .

O

H

O

H

4

□

Repr

H

b)

H

N

H

ou

H

N

H

O

H

H

H

ou

O

S

h)

H

N H

O

H

H

c) K2HPO4 e CaHPO4 (ou MgHPO4)

d) K grupo 1, família dos metais alcalinos

O

O

H

O

O

H

35. Resolvido. 36. E 37. D 38. B 39. B

Mg

grupo 2, família dos metais alcalino-terrosos

g)

P

ou

P

40. B 41. B 42. A 43. B 44. D 45. C

80. Resolvido.

81. B

82. E

H

O

O

H

H

O

O

H

46. a) NH

83. Resolvido.

84. B

85. C

86. D

3 (g) H2O () # NH4OH (aq)

O

O

H

NH4OH (aq) # NH4 (aq) OH (aq) ou, repre-

87. E

88. D

89. D

90. A

sentando em uma só equação:

ou

P

NH

91. Soma: 08 (apenas 08 é correta)

3 (g) H2O () # NH4 (aq) OH (aq)

H

O

O

H

b) O amoníaco é gasto ao reagir com a gordura (e uma 92. Soma:

15 (01, 02, 04 e 08)

O

H

parte sai na forma gasosa).

93. H2S: α 10%; H2SO4: α 67%;

h) O

C

47. Resolvido.

HNO3: α 80%; H2S < H2SO4 < HNO3

O

H

48. a) H2SO4 2 KOH # K2SO4 2 H2O

94. E

95. C

96. E

97. E

b) 3 HNO

O

O

3 A(OH)3 # A(NO3)3 3 H2O

c) 3 H

98. 1 - A molécula de água é polar. A ligação H k O é 2SO4 2 Fe(OH)3 # Fe2(SO4)3 6 H2O

i) O

N

ou

O

N

d) 2 H

covalente polar e os momentos de dipolo das duas

3PO4 3 Mg(OH)2 # Mg3(PO4)2 6 H2O

ligações H k O não se cancelam, já que a molécula

O

H

O

H

e) H2CO3 2 NH4OH # (NH4)2CO3 2 H2O

é angular.

O

49. B

50. B

51. B

52. A

2 - O modelo A. As moléculas de água que solvatam

j) N

53. a) cloreto de potássio

um cátion estarão orientadas com o oxigênio

voltado para ele, pois no oxigênio está a região

O

H

b) brometo de sódio

c) sulfeto de amônio

negativa do dipolo da água. E as moléculas que

k) H k C□

d) iodeto de potássio

solvatam um ânion estarão orientadas com áto-

l) H k Br

e) carbonato de sódio

mos de hidrogênio voltados para ele, pois nos

m) H k S k H

f) sulfato de cálcio

átomos de hidrogênio está a região positiva do

n) H k C m N

g) sulfi to de sódio

dipolo da água.

17. C

18. C

19. A

20. C

21. E

h) fosfato de potássio

99. D

i) nitrato de sódio

22. a) HC□ # H□ □ C□□

j) nitrito de cálcio

100. a) NO

c) CO2

e) P2O5

b) HC□O

□

3 # H□ □ ClO3

k) carbonato de magnésio

b) CO

d) C□2O7

f) Mn2O3

393

101. a) dióxido de enxofre

139. a) K2O2

b) MgO2

c) Li2O2

d) CaO2

CaC,2 (aq) KBr (aq) # não ocorre reação

b) trióxido de enxofre

140. D

141. A

Usando II, se observará precipitação de AgC, em

c) trióxido de difósforo

ambos os casos:

d) tetróxido de dinitrogênio

142. K2O (óxido de potássio) e K2O2 (peróxido de potássio) NaC, (aq) AgNO3 (aq) #

e) pentóxido de diantimônio

143. 1. errado

5. errado

 # AgC, (s) NaNO3 (aq)

102. a) Na

2. certo

6. certo

CaC,2 (aq) 2 AgNO3 (aq) #

2O

c) K2O

e) Ag2O

b) CaO

d) BaO

f) FeO

3. certo

7. certo

 # 2 AgC, (s) Ca(NO3)2 (aq)

4. errado

Usando III, se observará precipitação em apenas

103. a) óxido de lítio

um dos casos:

b) óxido de estrôncio

NaC, (aq) Na

c) óxido de ferro (III) ou óxido férrico

2SO4 (aq) # não ocorre reação

Capítulo 12. Algumas reações

CaC,

d) óxido de alumínio

2 (aq) Na2SO4 (aq) #

 # 2 NaC, (aq) CaSO

e) óxido de estanho (II) ou óxido estanoso

inorgânicas de importância

4 (s)

Sendo assim, o reagente III poderia ser utilizado para

f) óxido de estanho (IV) ou óxido estânico

descobrir qual solução está em cada frasco.

g) óxido de chumbo (II) ou óxido plumboso

1.

A

2. B

3. A

4. D

h) óxido de chumbo (IV) ou óxido plúmbico

42. a) Na

5.

C

6. D

7. C

8. Resolvido.

2S (aq) H2SO4 (aq) #

 # H

104. C

105. C

106. B

107. B

2S (g) Na2SO4 (aq)

9.

2 Ca (s) O

b) KCN (aq) HNO

2 (g) # 2 CaO (s)

3 (aq) #

108. a) SO

 # HCN (g) KNO

3

c) CO2

e) N2O3

Reação de adição ou síntese

3 (aq)

b) SO

c) K

2

d) N2O5

f) Mn2O7

10. 2 A, (s) 3 Br

2CO3 (aq) 2 HC, (aq) #

2 (,) # 2 A,Br3 (s)

 # H

109. a) SO

2O (,) CO2 (g) 2 KC, (aq)

3

** H2O # H2SO4**

11. SiO

d) (NH

b) SO

2 (s) 2 Mg (s) # Si (s) 2 MgO (s)

4)2SO4 (aq) 2 KOH (aq) #

2

** H2O # H2SO3**

 # K

c) CO

12. a) CO

2SO4 (aq) 2 NH3 (g) 2 H2O (,)

2

H2O # H2CO3

2 (g) NaC, (s) NH3 (g) H2O (,) #

d) N

#

43. a) CaF

2O5

H2O # 2 HNO3

NaHCO3 (s) NH4C, (s)

2 H2SO4 # 2 HF CaSO4; reação de dupla

e) N

troca.

2O3

H2O # 2 HNO2

(Pode-se, também, considerar o estado físico dos

f) Mn

b) HF é ácido e CaSO

2O7 H2O # 2 HMnO4

sais como sendo aquoso.)

4 é sal.

110. a) SO

b) Pb (s) PbO2 (s) 2 H2SO4 (aq) #

44. C

3

** 2 NaOH # Na2SO4 H2O**

b) SO

 # 2 PbSO

2

** 2 NaOH # Na2SO3 H2O**

4 (s) 2 H2O (,)

45. 2 HC, (aq) CaCO

c) CO

c) LiH (s) H

3 (s) #

2 2 NaOH # Na2CO3 H2O

2O (,) # LiOH (aq) H2 (g)

 # CaC,

d) N

D

2 (aq) H2O (,) CO2 (g)

2O5 2 NaOH # 2 NaNO3 H2O

13. MgCO

O gás liberado é o gás carbônico (CO

3 (s) # MgO (s) CO2 (g)

2).

111. a) SO3 Ca(OH)2 # CaSO4 H2O

14. O CO

46. HC, (aq) NaHCO

b) SO

2 (g) reage com a água formando ácido carbô-

3 (s) #

2 Ca(OH)2 # CaSO3 H2O

nico: CO

 # NaC, (aq) H

c) CO

2 (g) H2O (,) # H2CO3 (aq)

2O (,) CO2 (g)

2 Ca(OH)2 # CaCO3 H2O

d) N

15. D

16. Resolvido.

17. C

47. B

48. E

2O5 Ca(OH)2 # Ca(NO3)2 H2O

18. D

19. D

20. C

49. a) BaC,2 (aq) Na2CO3 (aq) #

o de 1998.

112. 2 NO2 H2O # HNO3 HNO2

 # 2 NaC, (aq) BaCO

eir

113. A 114. B

115. E

116. E

117. A

21. a) Mg ZnSO

3 (s)

4 # Zn MgSO4

b) 2 HNO

b) Não ocorre.

3 (aq) BaCO3 (s) #

118. D 119. C

120. C

121. D

 # Ba (NO

c) 3 Zn Cr

3)2 (aq) H2O (,) CO2 (g)

2(SO4)3 # 2 Cr 3 ZnSO4

122. a) N

50. C

51. 0 V, 1 F, 2 V, 3 V, 4 F

2 é apolar e NH3 é polar.

d) 2 A, 3 CuC,2 # 3 Cu 2 A,C,3

b) 2 NO2 H2O # HNO2 HNO3

e) Zn 2 HC, # H2 ZnC,2

52. E

53. B

54. A

55. A

56. C

f) Não ocorre.

c)

H

N

H

O

N

57. Todas são corretas.

e

ou

g) Fe □ 2 HBr # H2 □ FeBr2

H

O

h) 2 A, □ 6 HC, # 3 H2 □ 2 A,C,3

58. Apenas 08 é correta.

□

□

22. a) O depósito sólido é de prata metálica formada 59. a) Mg (s) □ Cu2□ (aq) # Mg2□ (aq) □ Cu (s) O

O

na reação; a cor azul da solução se deve a íons

b) Mg (s) □ 2 H□ (aq) # Mg2□ (aq) □ H2 (g)

O

N

ou

O

N

Cu2□(aq) também formados.

c) Cu (s) □ 2 Ag□ (aq) # Cu2□ (aq) □ 2 Ag (s)

b) Cu (s) □ 2 AgNO

d) Mg (s) □ 2 H□ (aq) # Mg2□ (aq) □ H

O

O

3 (aq) #

2 (g)

 # 2 Ag (s) □ Cu (NO3)2 (aq)

60. a) Zn (s) □ Cu2□ (aq) # Zn2□ (aq) □ Cu (s) d) Causaria a chuva ácida, pois os processos 2 e 3 indi-23. a) Nitrato de cálcio.

b) Mg (s) □ 2 Ag□ (aq) # Mg2□ (aq) □ 2 Ag (s)

cam que óxidos de nitrogênio na atmosfera originam

b) 2 A, (s) □ 6 HC, (aq) # 2 A,C,3 (aq) □ 3 H2 (g)

c) Zn (s) □ 2 H□ (aq) # Zn2□ (aq) □ H

HNO

2 (g)

3 (forte) e HNO2 (moderado) na chuva.

24. D

25. B

26. D

27. C

d) 2 A, (s) □ 6 H□ (aq) # 2 A,3□ (aq) □ 3 H2 (g)

123. E 124. C

61. Resolvido.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

28.

a)

não b)

não c)

sim d)

sim

125. 1a etapa — S (s) □ O2 (g) # SO2 (g)

62. a) Pb2□ (aq) □ 2 C,□ (aq) # PbC,2 (s)

2a etapa — 2 SO

29. A

2 (g) □ O2 (g) # 2 SO3 (g)

b) Ca2□ (aq) □ CO2□

3 (aq)

 # CaCO3 (s)

3a etapa — SO

30. a) C,2 □ 2 NaBr # Br2 □ 2 NaC,

2□

odução pr

3 (g) H2O (,) # H2SO4 (aq)

c) Ba2 (aq) SO4 (aq) # BaSO4 (s)

126. no reator

b) Br2 2 NaI # I2 2 NaBr

d) 2 H (aq) CO2

3 (aq)

 # H2O (,) CO2 (g)

Repr

Pt

c) Não ocorre.

e) H (aq) HCO (aq) # H

4 NH

3

2O (,) CO2 (g)

3 (g) 5 O2 (g) # 4 NO (g) 6 H2O (v)

d) F2 CaBr2 # Br2 CaF2

na torre de oxidação

63. B

64. C

65. B

66. B

67. A

31. E

32. B

2 NO (g) O2 (g) # 2 NO2 (g)

33. Pb(NO

na torre de absorção

3)2 (aq) 2 NaC, (aq) #

 # 2 NaNO

Capítulo 13. Mol

2 NO

3 (aq) PbC,2 (s)

2 (g) H2O (,) # HNO2 (aq) HNO3 (aq)

O precipitado é o PbC,

3 HNO

2.

2 (aq) # HNO3 (aq) 2 NO (g) H2O (,)

1.

A unidade de massa atômica (u), que é defi nida como

(também ocorre: 2 NO (g) O

34. AgNO

2 (g) # 2 NO2 (g))

3 (aq) KC, (aq) # KNO3 (aq) AgC, (s)

1/12 (um doze avos) da massa do isótopo de carbono

O precipitado é o AgC,.

127. a) Li

com número de massa 12 (12C).

2O H2O # 2 LiOH

b) K

35. Pb(NO

2O H2O # 2 KOH

3)2 (aq) (NH4)2SO4 (aq) #

2.

Li 6,9 u (7 u), O 16,0 u (16 u), N 14,0 u (14 u),

c) CaO H

 # 2 NH

2O # Ca(OH)2

4NO3 (aq) PbSO4 (s)

C, 35,5 u (36 u), Ca 40,1 u (40 u), Fe 55,8 u

d) BaO H

O precipitado é o PbSO

2O # Ba(OH)2

4.

(56 u).

128. a) Li

36. B

37. E

38. A

2O □ 2 H C, # 2 LiC, □ H2O

3.

D

4. Resolvido. 5.

C

6. E

b) K2O □ 2 H C, # 2 KC, □ H2O

39. S1 5 BaC,2 (aq); S2 5 KNO3 (aq); S3 5 NaC, (aq) 7.

D

8. A

9. B

10. B

c) CaO □ 2 H C, # CaC,2 □ H2O

BaC,2 (aq) □ 2 AgNO3 (aq) #

d) BaO □ 2 H C, # BaC,

11. 197 u para todos.

12. 32 u para todos.

2 □ H2O

 # 2 AgC, (s) □ Ba(NO3)2 (aq)

129. CaO

□

2□

□ H

NaC, (aq) □ AgNO

13. NO : 62 u ; SO : 96 u

2SO4 # CaSO4 □ H2O

3 (aq) #

3

4

 # AgC, (s) □ NaNO

130. a) C, C,, N, P

b) Na, Ca, K

c) C, N

3 (aq)

14. C

15. Soma: 20 (04 e 16)

BaC,2 (aq) □ (NH4)2CO3 (aq) #

131. a) óxido neutro

 # 2 NH

16. I □ incorreta, II □ correta, III □ incorreta, IV □ correta, 4C, (aq) □ BaCO3 (s)

b) covalente polar

V

40. Passar no papel um algodão embebido em solução

□ correta.

c) monóxido de dinitrogênio

aquosa de Na

17. (A) falsa; (B) falsa; (C) falsa.

18. D

2S. A inscrição aparecerá devido à

132. A

133. E

134. E

formação do precipitado preto de PbS.

19. a) 1,2 ? 1023 átomos

c) 2,4 ? 1025 átomos

135. 01, 04, 08

Pb(NO3)2 (aq) Na2S (aq) #

b) 6,0 ? 1021 átomos

 # 2 NaNO3 (aq) PbS (s)

136. 1. certo

4. certo

20. a) 0,2 mol

b) 0,01 mol

c) 40 mol

2. errado

5. errado

41. O reagente que permite a identifi cação é aquele que, 21. 4,0 ? 10 23 g

3. errado

6. errado

adicionado a uma amostra de cada uma das soluções,

separadamente, produz resultados visualmente

22. a) 0,2 mol

b) 1,2 ? 1023 átomos

137. H2O2 H k O k O k H

diferentes.

23. 8,4 g

24. 10,8 g

138. SrO

Usando I, nada se observará, pois:

2 e BaO2

NaC, (aq) KBr (aq) # não ocorre reação

25. Em 5 g de crômio. 26. Resolvido.

394

Respostas

27. a) 1,2 ? 1023 moléculas

84. a) Número de massa 5 15.

118. a) C10H14N2

b) 2,7 ? 10□22 g

b) 6,0 ? 1020 moléculas

b) É maior, pois, sendo a massa molar do NH4NO3

119. D 120. CH

c) 6,0 ? 1025 moléculas

menor que a do 15NH 15

2O e C6H12O6

121. D

4 NO3, há maior quantidade

122. a) 5 ? 10□3 mol b) 1 ? 10□2 mol c) BaC,

28. 3,0

de matéria numa certa massa de NH

? 10□23 g 29. Resolvido. 30. É a amostra C.

4NO3 do que

2 ? 2 H2O

em uma mesma massa de 15NH 15

4 NO3.

123. a) N

31. b < a < c

c) Foram 5.250 mol/ha em excesso por ano.

2O5

c) N2O5 (g) H2O (,) # 2 HNO3 (aq)

b) molecular

32. a) 0,4 mol

b) 0,001 mol

c) 1.000 mol

85. a)

45

cO

33. 115 mol

34. A

35. C

ce

40

s

36. B

37. C

38. C

N

Capítulo 14. O comportamento

37

O

39. Como os volumes das duas amostras são iguais, a amos-35

sl

físico dos gases

tra de maior densidade será aquela que apresentar a

di a

maior massa. Trata-se, portanto, da amostra de cobre.

30

1.

Resolvido.

40. A

41. A

42. C

43. D 44.

A

25

2.

a) 2 atm

b) 202,6 kPa

c) 1.520 torr

45. 1,8 ? 1025 átomos

22

3.

a) 50,65 kPa

b) 380 mmHg

c) 380 torr

20

46. 18 septilhões de átomos

4.

a) 1,0 ? 104 L

c) 1,0 ? 107 mL

47. a) 0,022 g

b) 1,0 ? 104 dm3

d) 1,0 ? 107 cm3

Ganho de massa/g 15

b) 6 ? 1021 átomos

5.

5 ? 103 mL ou 5 ? 103 cm3

6. Resolvido.

c) 6 ? 1021 átomos

10

7.

A pressão fi ca reduzida a um terço do valor inicial.

d) 2,0 ? 10□4 mol

7

e) 0,01 mol 5 1,0 ? 10□2 mol

5

8.

Resolvido.

f) 0,01 mol 5 1,0 ? 10□2 mol

9.

1.300 kPa

48. 3,0 ? 1019 átomos

0

5

10

15

20

25

30

10. O êmbolo deve ser empurrado até que o volume se dias

49. a) 8,6 ? 1016 átomos

c) 3,0 ? 1015 átomos

reduza à metade. A lei envolvida é a Lei de Boyle, que

b) 2,5 ? 1016 átomos

b) A equação química é a seguinte:

rege uma transformação isotérmica de uma massa fi xa

50. Resolvido.

CaC,

de gás ideal.

2 (s) □ 2 H2O (,) # CaC,2 ? 2 H2O (s)

massa

massa

51. Duas

11. C

12. C

13. B

14. D

de C aC□2

de H2O

52. Essa afi rmação não é correta. Consideremos a molé-111 g —

36g

15. D

16. D

17. A

cula de H2, por exemplo, cuja massa é 2 u. Tal massa

80 g —

massa de H2O

18. O ar confi nado no interior da embalagem sofreu re-é menor que a massa atômica de todos os elementos

massa de H

dução de temperatura e, consequentemente, redução

2O 5 25,95 g

químicos, exceto o hidrogênio.

de volume.

c) 17 dias

o de 1998.

53. Não, pois a massa de um bilhão de moléculas de

19. a) Não, estava cheia de ar.

eir

45

etanol (7,7 ? 10□14 g) é muitíssimo menor que a sensi-

cO

b) O ar do interior do sistema garrafa/balão sofreu

bilidade da balança (1

c

? 10□4 g).

40

e

expansão graças ao aquecimento.

s

54. 1,2 ? 1027 moléculas 55. 6 ? 1024 moléculas 37

N

c) O ar do interior do sistema garrafa/balão sofreu

O

35

s

redução de volume graças ao resfriamento.

56. Dez

57. 3,8 ? 10□2 mol

ldi

58. 30 u

59. A

20.

a

O calor emitido pela lâmpada aqueceu o ar no interior

30

dos balões. Isso provocou um aumento da pressão in-

60. 1,08 ? 1034 moléculas

25,95

terna até um valor sufi cientemente alto para provocar

61. 6 ? 1023 átomos; chama-se "um mol" de átomos.

o rompimento da borracha.

22

62. 6 ? 1023 moléculas; chama-se "um mol" de moléculas.

20

21. a) Espera-se que ela esteja com um volume menor Ganho de massa/g

63. 6

(ligeiramente "murcha"). Durante o resfriamento, a

? 1023 íons; chama-se "um mol" de íons.

15

pressão externa à garrafa (que é a pressão ambiente

64. Li 6,9 g/mol (7 g/mol), O 16,0 g/mol (16 g/mol), na localidade) não se altera, mas a pressão do ar no

N 14,0 g/mol (14 g/mol), C, 35,5 g/mol (36 g/mol),

10

interior da garrafa diminui em função do resfriamento.

Ca 40,1 g/mol (40 g/mol), Fe 55,8 g/mol

7

b) Sim. Nesse caso, dentro do *freezer*, à medida que o 5

(56 g/mol).

ar da garrafa fosse se resfriando, haveria entrada

65. N

de mais ar na garrafa e a pressão se manteria

2 28 g/mol, O2 32 g/mol,

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

O

0

5

10 15 17 20 25

30

igual dentro e fora dela, o que não acarretaria seu

3 48 g/mol, H2O 18 g/mol,

CH

esmagamento.

4 16 g/mol, CO2 44 g/mol, SO2 64 g/mol,

dias

SO3 80 g/mol, C,2 71 g/mol, H2SO4 98 g/mol,

86. B

22. Quando o *spray* não pode mais ser usado, é porque a odução pr

HNO3 63 g/mol, C6H12O6 180 g/mol.

87. a) 25%

b) 25 kg

pressão interna se igualou à externa. Nessa situação,

Repr

66. NO

2

não há vácuo dentro da embalagem, mas sim um

3 5 62 g/mol e SO4 5 96 g/mol

88. Fe3O4

89. Ureia

90. Resolvido.

67. Não. A amostra de prata apresenta mais átomos.

pouco de material gasoso. O aquecimento exagerado

91. a) 90%

b) 0,9 t

Como a massa molar da prata (108 g/mol) é menor

pode provocar um aumento da pressão interna até

que a do ouro (197 g/mol), há maior quantidade de

92. 77,5%

ocorrer o rompimento da embalagem. Se isso acon-

matéria (em mols de átomos) numa certa massa

tecer, fragmentos da embalagem metálica podem ser

93. a) dois mols

d) 2 ? 6 ? 1023 átomos

de prata do que em uma mesma massa de ouro.

arremessados e atingir quem está próximo.

b) um mol

e) 6 ? 1023 átomos

68. Não. A amostra de água apresenta mais moléculas.

c) quatro mols

f) 4 ? 6 ? 1023 átomos

23. Resolvido.

Como a massa molar da água (18 g/mol) é menor

94. 1,2 ? 1024 cátions e 1,2 ? 1024 ânions

24. A pressão fi nal será igual ao triplo da inicial.

que a do etanol (46 g/mol), há maior quantidade de

95. C6H8O6 e C3H4O3

96. C10H12NO

25. 1,5 atm 26. 25 L

27. 167 °C

matéria (em mols de moléculas) numa certa massa

de água do que em uma mesma massa de etanol.

97. Be3A,2Si6O18

28. 1) P (atm)

69. Não. A amostra de NaC

98. Sim. A fórmula molecular, C

, apresenta mais íons.

8H8O3, já expressa a

proporção entre os átomos por meio dos menores

Como a massa molar do NaC, (58,5 g/mol) é menor

cO

números inteiros.

c

que a do KC

e

, (74,5 g/mol), há maior quantidade de

3

s

99. C

4

matéria (em mols de íons) numa certa massa de NaC,

N

2H6O2

100. 88 u

O

III

do que em uma mesma massa de KC,.

II

s

101. a) C

l

5H7N

b) C10H14N2

di

70. Resolvido.

102. 40% Ca; 12% C; 48% O

a

2

71. a) 180 u

c) 1,8 ? 1021 moléculas

2

103. 40% C; 6,7% H; 53,3% O

4 1 I

b) 180 g/mol

d) 3,0 ? 10□3 mol

104. a) CH2O para todos.

72. A

73. B

74. E

b) São iguais, pois apresentam a mesma fórmula

75. 16

mínima.

? 106 mol/dia ou 1,6 ? 107 mol/dia

c) 40% C; 6,7% H; 53,3% O (a fórmula porcentual

4

8

V (L)

76. C

77. A

78. E

79. C

do formaldeído é igual às fórmulas porcentuais do

80. a) um

b) quatro

c) cinco

ácido acético e da glicose, pois todos apresentam

I transformação isobárica

a mesma fórmula mínima).

II transformação isotérmica

81. a) N_2H_4

III transformação isocórica

b) 32 g

105. CH

? mol1

4

106. C_2H_6 107. A: SO_3; B: SO_2

2) A temperatura do gás durante a compressão

c) 28 g de N e 4 g de H

108. C_6H_{12} 109. CS_2

110. 4 de N e 5 de O

isotérmica é 600 K, e a pressão atingida por ele ao

82. C

111. 8

112. $C_6H_{10}S_2O$

seu fi nal é 4 atm.

$C_{20}H_{30}O$

83. A

113. $C_8H_{10}N_4O_2$ 114. D 115. D 116. D 117. E

29. B 30. C 31. C 32. E 33. B 34. C

395

35. A 36. Resolvido. 37. 89,6 L

97. xO 5 0,08 98. E

32. a) 130 g

2

38. Espera-se que sua pressão permaneça inalterada.

99. a) abertos

b) K2O (s) H2O (,) # 2 KOH (aq) calor

Na2O (s) H2O (,) # 2 NaOH (aq) calor

39. 20 L

b) O ar quente presente no interior desses balões

tem densidade menor que a do ar atmosférico que

33. C

34. B

40. a) 1,1 atm

circunda o balão.

b) A pressão se iguala à pressão ambiente, ou seja,

35. a) C

c) Risco de incêndios em edifi cações e fl orestas.

22H46 (s) 67/2 O2 (g) #

1,0 atm.

 # 22 CO2 (g) 23 H2O (v)

100. a) Na localidade de clima quente, o ar que sai do b) 4,4 mol

41. 38 L

42. 30 L (o volume não é alterado)

aparelho é frio e, portanto, tende a descer. Assim,

c) 40 anos

43. 1) F; 2) V; 3) F; 4) F; 5) V.

44. E

deve-se instalar o aparelho no alto (desenho A).

36. 43 g

45. Resolvido. 46. Resolvido. 47. 78,4 L

b) Na localidade de clima frio ocorre o oposto. O ar

que sai do aparelho é quente e, portanto, tende a

D

48. 4,48 L

37. a) CaCO

subir. Assim, deve-se instalar o aparelho embaixo

3 (s) @# CaO (s) CO2 (g)

Não é possível a verifi cação da Lei de Lavoisier,

49. Porque nas CNTP a água é líquida e/ou sólida, não (desenho C).

pois o sistema é aberto.

gasosa.

101. Hidrogênio e hélio são gases bem menos densos que o b) 112 g e 44,8 L

50. a) 5 ? 102 mo l

b) 1 ? 103 g

ar atmosférico, pois têm massa molar menor que

38. A

39. 30 L

28,9 g/mol. Já o dióxido de carbono e o dióxido de

51. 32,7 L

enxofre são mais densos que o ar, pois têm massa molar

40. a) A reação é de dupla troca e o nome do sal formado 52. a) 1 g

b) 1,5 ? 1023 átomos

maior que 28,9 g/mol.

é sulfato de sódio.

b) A condutividade aparece porque o Na

53. C

2SO4 é um

2H4

102. O metano é quatro vezes mais denso que o hélio.

composto iônico que em água se dissocia em cátion

54. a) 11,2 L

b) 22,4 L

c) 89,6 L

103. Resolvido.

(2 Na□) e ânion (SO2□

4).

55. 492 mL

56. 34 u

104. O ar aquecido pela explosão tem densidade menor c) 133,3 L

57. a) Há igual número de moléculas nos recipientes.

que o ar dos arredores e, por isso, sobe, arrastando

41. D

42. A

b) No recipiente contendo CO

consigo poeira e cinzas.

2.

43. a) 2 NO (g) □ O2 (g) # 2 NO2 (g)

58. a) No recipiente contendo O

105. 0,12 g/L

b) Sim, o reagente O

2.

2, pois houve sobra dele ao

b) No recipiente contendo C

fi nal.

2H6.

106. N2 e CO 107. duas vezes

c) Reagente limitante é o reagente consumido total-

59. B

108. Propriedade I: As bolinhas representam as molé-mente em uma reação química.

60. a) CO

culas da substância. Com o liquidifi cador ligado na

2

b) C2H4

c) C2H4

Reagente em excesso é o reagente presente numa

61. E 62. C 63. D 64. A 65. C

velocidade máxima, simula-se o comportamento

quantidade superior à necessária para reagir com

das moléculas no estado gasoso. A alta agitação das

a quantidade presente do reagente limitante.

66. 3,3 mol

moléculas faz com que elas se movam por todo o

d) Porque após o consumo do reagente limitante a

67. a) 0,05 mol

c) 3,0 ? 1022 moléculas

espaço disponível, de maneira análoga às bolinhas

reação termina.

o de 1998.

b) 2,2 g

que se movem por todo o interior do copo do liquidi-

44. Resolvido.

45. A

eir

68. É possível optar entre os três se determinarmos a fi cador. Propriedade II: Ao diminuir a velocidade do 46. C 47. C

48. B

massa molar do gás, a partir dos dados fornecidos,

liquidifi cador, passamos a simular o estado líquido,

com auxílio da Lei do Gás Ideal. O cálculo conduz a

no qual as moléculas estão bem mais próximas e a

49. a) Pelo aparecimento de um sólido de cor amarela, o 28 g/ mol e o gás é o N

massa da substância está concentrada em um volume

PbI2.

2.

bem menor, acarretando maior densidade. No estado

b) A massa total do recipiente e seu conteúdo ao fi nal

69. A pressão da amostra de 3,0 g nas condições mencio-gasoso, as moléculas estão espalhadas por um volume

da reação será igual à massa antes da reação, ou

nadas de P e T é 1,64 atm. Sendo assim, o recipiente

signifi cativamente maior e, portanto, a densidade é

seja, 26 g (Lei de Lavoisier).

pode ser utilizado.

bem menor.

Observação dos autores:

70. 24,6 L

109. a) 131 g/mol

b) xenônio (Xe)

O conteúdo fi nal do recipiente mais componentes

71. a) Menor, pois 1 atm equivale a 101,3 kPa.

presentes é de 26 g, sendo assim distribuídos:

110. C

b) Espera-se um volume maior.

mrecipiente 5 20 g

c) 22,7 L

mKNO 1,22 g (produto)

3

d) A diferença é de 300 mL (que representa apenas

m

2,78 g (produto)

Capítulo 15. Aspectos quantitativos

PbI2

1,3% de 22,4 L).

mPb(NO (excesso) 2,00 g

3)2

das reações químicas

72. Resolvido.

50. D

73. A pressão fi nal será seis vezes maior que a inicial.

51. a) Esvaziará primeiro o que contém O2 (reagente 1.

Resolvido.

limitante).

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

74. a) No recipiente que contém O2.

2.

a) 2 H

b) 101,25 kg

n N

2 O2 # 2 H2O

b)

2

——

b) 2 : 1 : 2

n O 5 5

—

52. A

53. D

54. 11 L

55. D

2

6

c) 100 mol

odução pr

56. Resolvido.

57. E

58. A

75. Escaparam 0,25 da quantidade, em mols, inicial, 3.

a) 5 mol de fosfato de cálcio (apatita) e 15 mol de Repr

ou seja, escaparam 25% da quantidade, em mols,

ácido sulfúrico.

59. Resolvido.

60. C

61. A

inicialmente presentes.

b) 15 mol

62. 99,19% 63. B

76. A

77. B

78. C

79. A

luz

4.

2 H

64. 136,1 cm3

65. Resolvido.

2O2 (,) @# 2 H2O (,) O2 (g);

80. O H2 se aproxima mais do comportamento ideal e o 5 mol de moléculas de O2 (g).

66. B

HC, se afasta mais do comportamento ideal, porque

5.

E

6. C

7. C

8. C

D

as interações intermoleculares presentes no H2 são do

67. a) NH4NO2 (s) @# N2 (g) 2 H2O (,)

tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, que consti-

9.

33 mol (2 mol de C4H10; 13 mol de O2; 8 mol de CO2

b) 3,58 L

tuem interações mais fracas que as interações dipolo

e 10 mol de H2O)

68. a) 50 g

permanente-dipolo permanente presentes no HC,.

10. D

11. Resolvido.

b) 100 g

81. C

82. 66 km

83. Resolvido.

12. a) CO (g) NO

c) 2 SO

2 (g) # CO2 (g) NO (g)

2 (g) O2 (g) # 2 SO3 (g)

84. a) x

b) A massa dos reagentes é 74 g e a dos produtos

SO3 (g) H2O (,) # H2SO4 (aq)

He 5 0,80; xCO 5 0,20

b) P

também é 74 g.

69. Resolvido. 70. D 71. B

He 5 80 kPa; PCO 5 20 kPa

c) V

c) As massas de reagentes e de produtos para essa rea-

He 5 100 L; VCO 5 25 L

72. a) C12H22O11 (s) H2SO4 (,) #

d) 80% de He; 20% de CO

ção, realizada em recipiente fechado, são iguais e,

 # 12 C (s) 11 H

portanto, estão de acordo com a Lei de Lavoisier.

2O (g) H2SO4 (aq)

85. 140,4 kPa

Função desidratante.

13. 9,68 kg

14. 544 toneladas

b) 12,34 kg

86. a) xH 5 0,33; x

2

He 5 0,67

b) 33% de H

15. 59 g

16. 74,348 kg

73. D

2 e 67% de He

87. P

17. (CH3)2NNH2 2 N2O4 #

74. a) 1.600 g

b) 4.320 g

H 5 200 kPa; P

2

He 5 400 kPa

 # 4 H2O 2 CO2 3 N2; 92 kg

88. 44 g; o componente que mais contribui para a massa 75. a) Ag2SO4 (aq) 2 NaC, (aq) #

da mistura (CO) não é o que possui a maior fração

18. D

19. Resolvido.

20. 54 mL

 # Na2SO4 (aq) 2 AgC, (s)

em mols (x

AgC, (s) NaOH (aq) # AgOH (s) NaC, (aq)

CO 5 0,20).

21. 0,09 g

22. E

23. C

24. B

89. A 90. C 91. B 92. C 93. E 94. B

25. a) H

D

3PO4 □ 3 NaOH # Na3PO4 □ 3 H2O

2 AgOH (s) @# Ag2O (s) □ H2O (,)

95. a) O

b) 68,3 g

b) 75%

2, He, N2

b) 2.160 kPa

c) 22,88 g/mol

96. 0) correta; 1) correta; 2) correta; 3) incorreta; 4) incor-26. B

27. A

28. C

76. E

reta.

29. Resolvido.

30. A

31. D

77. 125,3 g

Siglas de vestibulares

Acafe-SC

Associação Catarinense das Fundações Educacionais

Ceeteps-SP

Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”

Cefet-MG

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Cefet-PA

Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará

Cefet-PR

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná

Cefet-RJ

Centro Federal de Educação Tecnológica “Celso Suckow da Fonseca”

Cefet-SP

Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo

Cesgranrio-RJ

Fundação Cesgranrio

Ceub-DF

Centro de Ensino Unificado de Brasília

EEM-SP

Escola de Engenharia Mauá

Enem-MEC

Exame Nacional do Ensino Médio

EPM-SP

Escola Paulista de Medicina

Esal-MG

Escola Superior de Agronomia de Lavras

Esam-RN

Escola Superior de Agricultura de Mossoró

ESPM-SP

Escola Superior de Propaganda e Marketing

Estácio-RJ

Universidade Estácio de Sá

Evangélica-GO

Faculdades Integradas da Associação Educativa Evangélica

o de 1998.

F. Dom Bosco-DF

Faculdade Dom Bosco de Educação Física

eir

F. Ruy Barbosa-BA

Faculdade Ruy Barbosa

Faap-SP

Fundação Armando Álvares Penteado

Faee-GO

Faculdades Integradas da Associação Educativa Evangélica

Fatec-SP

Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Fazu-MG

Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba

FCAP-PA

Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

FCC-BA

Fundação Carlos Chagas da Bahia

Fecolinas-TO

Fundação Municipal de Ensino Superior de Colinas do Tocantins FEI-SP

Faculdade de Engenharia Industrial

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Fepar-PR

Faculdade Evangélica do Paraná

odução pr

Fesp-PE

Fundação do Ensino Superior de Pernambuco

Repr

FFCL Belo Horizonte-MG Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Belo Horizonte FGV-SP

Fundação Getúlio Vargas

FMTM-MG

Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro

FMU/Fiam-Faam/Fisp-SP Vestibular integrado FMU, Fiam-Faam e Fisp FUA-AM

Fundação Universidade Federal do Amazonas

FUERN

Fundação Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Funrei-MG

Fundação de Ensino Superior de São João Del Rei

Furg-RS

Fundação Universidade Federal do Rio Grande

FURRN

Fundação Universidade Regional do Rio Grande do Norte

Fuvest-SP

Fundação Universitária para o Vestibular

IME-RJ

Instituto Militar de Engenharia

ITA-SP

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Mackenzie-SP

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Osec-SP

Organização Santamarense de Ensino e Cultura

PUC-Campinas-SP

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

PUC-MG

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

PUC-PR

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PUC-RJ

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

PUC-RS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

PUC-SP

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

U. São Judas-SP

Universidade São Judas Tadeu

UCB-DF

Universidade Católica de Brasília

UCDB-MS

Universidade Católica Dom Bosco

UCG-GO

Universidade Católica de Goiás

UCPel-RS

Universidade Católica de Pelotas

UCSal-BA

Universidade Católica de Salvador

UCS-RS

Universidade de Caxias do Sul

Udesc

Universidade do Estado de Santa Catarina

Uece

Universidade Estadual do Ceará

UEFS-BA

Universidade Estadual de Feira de Santana

UEG-GO

Universidade Estadual de Goiás

UEL-PR

Universidade Estadual de Londrina

Uema

Universidade Estadual do Maranhão

UEMG

Universidade do Estado de Minas Gerais

UEM-PR

Universidade Estadual de Maringá

o de 1998.eir

Uenf-RJ

Universidade Estadual do Norte Fluminense

Uepa

Universidade do Estado do Pará

UEPB

Universidade Estadual da Paraíba

UEPG-PR

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Uerj

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Uesb-BA

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Uespi

Universidade Estadual do Piauí

Ufac

Fundação Universidade Federal do Acre

Ufal

Universidade Federal de Alagoas

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Ufam

Universidade Federal do Amazonas

UFBA

Universidade Federal da Bahia

odução pr

UFC-CE

Universidade Federal do Ceará

Repr

Ufes

Universidade Federal do Espírito Santo

UFF-RJ

Universidade Federal Fluminense

UFG-GO

Universidade Federal de Goiás

UFJF-MG

Universidade Federal de Juiz de Fora

Ufla-MG

Universidade Federal de Lavras

UFMA

Fundação Universidade Federal do Maranhão

UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais

UFMS

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UFMT

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso

UFPA

Universidade Federal do Pará

UFPB

Universidade Federal da Paraíba

UFPE

Universidade Federal de Pernambuco

UFPel-RS

Fundação Universidade Federal de Pelotas

UFPI

Fundação Universidade Federal do Piauí

UFPR

Universidade Federal do Paraná

UFRGS-RS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

398

UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFRRJ

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCar-SP

Fundação Universidade Federal de São Carlos

UFSM-RS

Universidade Federal de Santa Maria

UFS-SE

Fundação Universidade Federal de Sergipe

UFT-TO

Universidade Federal de Tocantins

UFU-MG

Fundação Universidade Federal de Uberlândia

UFV-MG

Fundação Universidade Federal de Viçosa

UGF-RJ

Universidade Gama Filho

Ulbra-RS

Universidade Luterana do Brasil

UMC-SP

Universidade de Mogi das Cruzes

Unama-PA

Universidade da Amazônia

UnB-DF

Fundação Universidade de Brasília

Uneb-BA

Universidade do Estado da Bahia

Unesp

Universidade Estadual Paulista

UNIBH-MG

Centro Universitário de Belo Horizonte

o de 1998.eir

Unicamp-SP

Universidade Estadual de Campinas

Unicap-PE

Universidade Católica de Pernambuco

Unic-MT

Universidade de Cuiabá

Unifenas-MG

Universidade de Alfenas

Unifesp

Universidade Federal de São Paulo

Unifor-CE

Universidade de Fortaleza

Unirio-RJ

Fundação Universidade do Rio de Janeiro

Unir-RO

Fundação Universidade Federal de Rondônia

Unisinos-RS

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

Unitins-TO

Universidade do Tocantins

Univali-SC

Universidade do Vale do Itajaí

odução pr

Repr

Unopar-PR

Universidade Norte do Paraná

UPE

Universidade de Pernambuco

UPF-RS

Universidade de Passo Fundo

UVA-CE

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Vest-Rio

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Vunesp

Fundação para o Vestibular da Unesp

399

Índice remissivo

• Ácido acético, 50, 208

• Átomo

força de ácidos, 229

conceito, 13, 66

ionização do, 208

representação, 66

• Ácido cianídrico, 270

• Avogadro, A., 14, 279, 287, 292, 297, 306, 331, 337

• Ácido clorídrico, 119, 206, 219, 223, 271

segurança, 192, 231, 259

• Barômetro de Torricelli, 310

• Ácido sulfúrico, 118, 207, 219, 223, 227, 269

• Bases

fórmula estrutural do, 210

amônia, 215

produção de, 242

classificação de, 215

segurança, 243, 269

conceito de (segundo Arrhenius), 206

utilização do, 208

condutividade elétrica em, 204

• Ácidos

dissociação iônica de, 215

conceito de (segundo Arrhenius), 206

escala de pH, 218

condutividade elétrica de, 204

força de, 229

escala de pH, 218

nomenclatura de, 213

força de, 228

• Bicarbonato de sódio, 271

fórmulas estruturais de, 209

• Bioluminescência, 103

grau de ionização, 228

• Boyle, R., 14, 58, 313-316, 328, 337

o de 1998.

ionização de, 211

eir

não oxigenados, 206

• Cal, 246

oxigenados, 207

• Cal viva, 246

• Actinídios, 115

• Calcário, 246

• Afinidade eletrônica, 130

• Calcogênios, 115

• Água de cristalização, 226

• Cálculo estequiométrico. *Veja* Estequiometria

• Água oxigenada. *Veja* Peróxido de hidrogênio

• Camada de valência, 108, 123

• Alotropia

• Camadas. *Veja* Níveis de energia

carbono, 187

• Cannizzaro, S., 331

conceito de, 186

• Cargas elétricas, 80

enxofre, 187

oibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

fósforo, 187

• Cátions

oxigênio, 186

conceito, 89

odução pr

• Alquimia, 14

nomenclatura de sais, 220

Repr

• Ametais. *Veja* Não metais

representação, 89

• Amônia, 67, 68, 72, 118, 179, 192, 196, 285, 290

valência, 147

geometria, 169

• Chadwick, J., 85

na produção de ácido nítrico, 242

• Chancourtois, A., 135

origem da palavra, 215

• Charles, J. A. C., 324-325, 328, 355-357

síntese de, 357

• Chuva ácida, 240

solubilidade, 229

• Cloreto de hidrogênio. *Veja* Ácido clorídrico

• Amoníaco. *Veja* Amônia

• CNTP, 330

• Análise. *Veja* Reação de decomposição

• Coeficientes estequiométricos, 356

• Anidridos. *Veja* Óxidos ácidos

• Compostos higroscópicos, 227

• Ânions

• Condutividade elétrica, 195

conceito, 89

• Configuração eletrônica. *Veja* Distribuição eletrônica
nomenclatura de, 219

• Constante de Avogadro, 292, 231

nomenclatura de sais, 220

• Corrente elétrica, 156

representação, 89

• Crookes, W., 80

valência, 147

• Curva de aquecimento da água, 19

• Aristóteles, 13

• Curva de resfriamento da água, 19

400

• Dalton, J., 15, 66-68, 72, 80, 331, 341-342, 369

conceito, 71, 254

• Debye, P., 174

produtos, 54

• Decomposição

proporção estequiométrica, 359

conceito, 55

reagentes, 54

da água, 56, 73

reagente em excesso, 372

do carbonato de cálcio, 56

reagente limitante, 372

do peróxido de hidrogênio, 55

• Escala termodinâmica de temperatura, 323

• Defeito de massa, 283

• Espectro atômico, 100

• Demócrito, 13

• Espectro de luz visível, 100

• Densidade, 25, 130, 347

• Estado fundamental, 100, 105

• Destilado, 38

• Estados físicos, 19

• Diagrama das diagonais, 105, 122

• Estequiometria, 355

• Diagrama de Pauling. *Veja* Diagrama das diagonais

• Experiência de Rutherford, 83

• Dióxido de enxofre, 240

• Dissociação iônica

• Família. *Veja* Grupo

conceito, 192

• Fase, 31

de bases, 215

• Fila de reatividade

• Dissolução, 193

o de 1998.

• Distribuição eletrônica

dos metais, 260

eir

de átomos neutros, 105

dos não metais, 264

de íons, 108

• Fluorescência, 102

• Döbereiner, J. W., 135

• Fogos de artifício, 102

• Forças intermoleculares. *Veja* Ligações intermoleculares

• Efeito de empacotamento, 282

• Fórmula

• Efeito estufa, 240

conceito, 67

• Elemento químico, 68

eletrônica, 151

• Elemento químico (Boyle), 58

estrutural, 151

• Elemento químico (moderno), 86

mínima, 331

• Elementos

molecular, 151, 300

oibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

artificiais, 122

porcentual, 301

de transição, 117

• Fosforescência, 102

odução pr

de transição interna, 117

Repr

• Fotólise. *Veja* Peróxido de hidrogênio

representativos, 117

• Fração em mols, 341, 344

• Eletroafinidade. *Veja* Afinidade eletrônica

• Fração em quantidade de matéria. *Veja* Fração em mols

• Eletrodos, 80

• Eletrólise. *Veja* Decomposição da água

• Gás hidrogênio, 56

• Eletrólitos, 198

• Gás ideal

• Elétron, 80

conceito, 338

• Eletronegatividade, 131, 169

lei do, 335, 337

• Elétrons de valência, 123

• Gás perfeito. *Veja* Gás ideal

• Eletropositividade, 170
• Gases
• Eletrosfera, 83
constante universal dos, 334
• Embolia gasosa, 325
densidade absoluta dos, 347
• Energia de ionização, 128
densidade relativa dos, 348
• Equação de estado dos gases perfeitos. *Veja* Lei do gás ideal
equação geral dos, 328
• Equação química
• Gases nobres, 115, 143
balanceamento, 72
• Gay-Lussac, J. L., 14, 324-325, 365-369
coeficientes estequiométricos, 71
• Geissler, H., 80
401
• Gelo-seco, 238
• Lei
• Geometria molecular
da conservação da massa, 58
ângulo de ligação, 169
das proporções constantes, 59
conceito, 166

de Amagat, 343

• Gillespie, R., 169

de Boyle, 313, 335

• Goldstein, E., 81

de Charles e Gay-Lussac, 324, 335

• Grau de pureza, 377

de Dalton, 264, 265

• Grupo, 115

de Lavoisier. *Veja* Lei da conservação da massa

de Proust. *Veja* Lei das proporções constantes

• Halogênios, 115

periódica dos elementos, 128

• Hidrácidos. *Veja* Ácidos não oxigenados

volumétrica de Gay-Lussac, 365

• Hidrogenossais, 224

• Leucipo, 13

• Hidróxido de cálcio, 238

• Lewis, G. N., 124, 144, 151

• Hidróxido de sódio, 214, 223, 227, 368

• Libavius, A., 14

• Hidróxidos, 229

• Ligação coordenada. *Veja* Ligação dativa

• Hidroxissais, 225

• Ligação covalente

• Higroscópico. *Veja* Compostos higroscópicos

conceito de, 143, 150-152

• Hipoclorito de sódio, 227

polaridade, 171, 174

• Hipótese de Avogadro, 331, 337

• Ligação dativa, 152

o de 1998.eir

• Hitorf, J., 80

• Ligação iônica, 143

• Ligação metálica, 143, 156

• Iatroquímica, 14

• Ligações intermoleculares

• Indicador ácido-base, 202

conceito, 179

• Índices de atomicidade, 67

forças de van der Waals, 181

• Interações intermoleculares. *Veja* Ligações intermolecu- interação dipolo-dipolo, 179

lares

interações dipolo instantâneo-dipolo induzido, 180

• Íon

ligação de hidrogênio, 179

amônio, 215

ponto de ebulição, 183

conceito, 89

• Ligas metálicas, 157

hidroxila, 213

• Luminescência, 102

oibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

hidroxônio, 212

• Luminosos de neônio, 102

peróxido, 248

odução pr

• Ionização

Repr

• Massa

conceito, 194

atômica, 283

de ácidos, 211

conceito de, 23

grau de, 228

molar, 294

• Isóbaro, 86

molecular, 284

• Isótono, 86

• Matéria, 23

• Isótopo, 86

• Materiais de laboratório, 37, 40-41

• Mendeleev, D. I., 136-138

• Kekulé, A., 14
• Mercúrio, 26, 310
• Kossel, W., 144
• Metais, 120
• Metais alcalinos
• Lâmpada
classificação, 115
de mercúrio, 102
solubilidade, 229
de sódio, 102
• Metais alcalino-terrosos
• Lantanídios, 115
classificação, 115
• *Laser*, 102
solubilidade, 229
• Lavoisier, A. L., 14
• Meyer, J. L., 137
402
• Mistura
• Potencial de ionização. *Veja* Energia de ionização
conceito de, 30
• Powell, H., 166
densidade, 30
• Pressão, 311

tipos de, 30

• Pressão atmosférica, 310

• Modelo atômico

• Pressão parcial, 341

de Bohr, 100

• Princípio de Avogadro. *Veja* Hipótese de Avogadro

de Rutherford, 81

• Processos de separação

de Thomson, 81

centrifugação, 35

• Modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de

decantação, 35

valência, 166

destilação fracionada, 38

• Modelo de Rutherford-Bohr, 100

destilação simples, 37

• Modelo do mar de elétrons, 157

dissolução fracionada, 37

• Mol, 288

evaporação, 37

• Moléculas, 68, 151

filtração a vácuo, 36

• Momento dipolar, 174

filtração simples, 36

• Moseley, H. G. J., 137

funil de separação, 37

• Proporção estequiométrica, 359

• Não metais, 120

• Propriedades periódicas, 128

• Neutralização

o de 1998.

• Próton, 81

eir

conceito de, 218

• Proust, J. L., 59-60, 72, 365

parcial, 223

total, 218

• Quantidade de matéria, 287

• Nêutron, 85

• Química clássica, 14

• Newlands, J. A. R., 136-138

• Níveis de energia, 100

• Raio atômico, 128

• Nobreza, 260

• Raios catódicos, 80

• Núcleo, 82

• Reação química

• Número atômico, 85

• Número de massa, 85, 282

conceito de, 50, 254

de adição ou síntese, 254

oibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

• Oxiácidos. *Veja* Ácidos oxigenados

de decomposição ou síntese, 254

• Óxidos

de deslocamento ou simples troca, 255

odução pr

Repr

ácidos, 237

de dupla troca, 255

básicos, 245

tipos de, 254-255

conceito de, 235

• Reatividade, 260

iônicos, 236

• Regra do octeto

moleculares, 235

conceito, 143

neutros, 246

exceções, 153

• Rendimento de uma reação, 379

• Paracelsus, T. B., 14

• Representação de Lewis, 124

• Período, 115

• Retículo cristalino iônico, 146

• Peróxido de hidrogênio, 248

• Rutherford, E., 81-82, 100, 298

• Perrin, J. B., 331

• Pesquisa aplicada, 12

• Sais

• Pesquisa pura, 12

conceito de, 218

• pHmetro, 218

hidratados, 226

• Pirólise. *Veja* Decomposição do carbonato de cálcio
nomenclatura de, 220

• Ponte de hidrogênio. *Veja* Ligações intermoleculares
solubilidade de, 230

• Ponto de ebulição, 20, 130

• Sangue do diabo, 229

• Ponto de fusão, 20, 130

• Sedimentação, 35

• Semimetais, 120

• Thomson, J. J., 81

• Sidgwick, N., 166

• Torricelli, E., 310

• Símbolo, 66

• Transformação

• Simetria, 175

isobárica, 321

• Simples troca. *Veja* Reação de deslocamento

isocórica, 319

• Sistema, 32

isotérmica, 313

• Soda cáustica. *Veja* Hidróxido de sódio

química. *Veja* Reação química

• Solução

ácida, 218

• Transformações físicas

aquosa, 31

conceito de, 19

básica, 218

condensação, 19

conceito de, 31

ebulição, 19

eletrolítica, 194

evaporação, 19

não eletrolítica, 194

fusão, 19

soluto, 31

solidifi cação, 19

solvente, 31

sublimação, 19

• Subníveis de energia, 104

vaporização, 19

• Substâncias

• Transição eletrônica, 100

conceito de, 29

o de 1998.

compostas, 57, 66

eir

• Unidade de massa atômica, 280

iônicas, 142

metálicas, 142

moleculares, 142, 151

• Variáveis de estado, 312

puras, 30

• Vetor momento de dipolo. ***Veja*** **Momento dipolar**

simples, 57, 66

• Volume

conceito de, 23

• Tabela periódica, 116

parcial, 342

• Temperatura, 320

molar, 330

• Teoria

• VSPER. *Veja* Modelo da repulsão dos pares eletrônicos da atômica de Dalton, 66

camada de valência

oibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

conceito de, 15

• Teste da chama, 101

• Wöhler, F., 15

odução pr

Repr

404

Bibliografia

AHLUWALIA, V. K.; PARASHAR, R. K. *Organic Reaction Mechanisms*. 3. ed. Oxford: Alpha Science, 2007.

ATKINS, P. W.; DE PAULA, J. *Physical Chemistry*. 8. ed. Oxford: Oxford University Press, 2006.

ATKINS, P. W. et al. *Inorganic Chemistry*. 4. ed. Oxford: Oxford University Press, 2006.

ATKINS, P. W.; JONES, L. L. *Chemical Principles*: The Quest for Insight. 4. ed. Nova York: Freeman, 2008.

AUSTIN, G. T. *Shreve's Chemical Process Industries*. 5. ed. Nova

York: McGraw-Hill, 1984.

BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. *Química Medicinal*: As Bases Moleculares da Ação dos Fármacos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BEISER, A. *Concepts of Modern Physics*. 6. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2003.

BETTELHEIM, F. A. et al. *Introduction to General, Organic & Biochemistry*. 7. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2004.

BLEI, I.; ODIAN, G. *General, Organic and Biochemistry*: Connecting Chemistry to your Life.

2. ed. Nova York: Freeman, 2006.

BLOOMFIELD, M. M.; STEPHENS, L. J. *Chemistry and the living organism*. 6. ed. Nova York: John Wiley, 1996.

BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. *Environmental Science*: Earth as Living Planet. 5. ed. Hoboken: o de 1998.eir

John Wiley, 2005.

BRADY, J. E.; SENESE, F. *Chemistry*: Matter and its Changes. 4. ed. Hoboken: John Wiley, 2004.

BROWN, T. L. et al. *Chemistry*: The Central Science. 9. ed. Upper Saddle River: Prentice-

-Hall, 2003.

BROWN, W. H. et al. *Organic Chemistry*. 4. ed. Belmont: Brooks/ Cole, 2005.

BÜCHEL, K. H. et al. *Industrial Inorganic Chemistry*. 2. ed. Weinheim: VCH, 2000.

CAREY, F. A. *Organic Chemistry*. 7. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2008.

; SUNDBERG, R. J. *Advanced Organic Chemistry*. 5. ed. Nova York: Springer, 2007.

2 v.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

CHANG, R. *Chemistry*. 8. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2005.

odução pr

CIPRIANI, J.; HASMONAY, H. *Cours de Chimie*. Paris: Vuibert, 1986.

Repr

CONNELLY, N. G. et al. *Nomenclature of Inorganic Chemistry*: IUPAC Recommendations 2005. Cambridge: IUPAC/RSC Publishing, 2005.

COTTON, F. A. et al. *Advanced Inorganic Chemistry*. 6. ed. Nova York: John Wiley, 1999.

DAMODARAN, S. et al. (eds.) *Fennema's Food Chemistry*. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

DAVID, R. *Chimie Pratique*. Paris: Vuibert, 1973.

EBBING, D. D.; GAMMON, S. D. *General Chemistry*. 8. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2005.

FREEMANTLE, M. *Chemistry in Action*. 2. ed. Londres: Macmillan, 1995.

GARRITZ, A.; CHAMIZO, J. A. *Química*. Tradução de Giovanni S. Crisi. São Paulo: Pearson, 2002.

GILLESPIE, R. J. et al. *Atoms, Molecules and Reactions*: An Introduction to Chemistry.

Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.

GILLESPIE, R. J.; HARGITTAI, I. *The VSEPR Model of Molecular Geometry*. Needham Heights: Allyn and Bacon, 1991.

GREEN, M. M. et al. *Organic Chemistry Principles and Industrial Practice*. Weinheim: VCH, 2003.

HALL, N. (Ed.) *The New Chemistry*: A Showcase for Modern Chemistry and its Applications.

Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

HALLIDAY, D. et al. *Fundamentals of Physics*. 8. ed. Hoboken: John Wiley, 2008.

HEIN, M. et al. *Introduction to General, Organic and Biochemistry*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2009.

HUHEEY, J. E. et al. *Inorganic Chemistry*: Principles of Structure and Reactivity. 4. ed.

Harper: Nova York, 1993.

JONES Jr., M. *Organic Chemistry*. 3. ed. Nova York: Norton, 2005.

KOTZ, J. C. et al. *Chemistry & Chemical Reactivity*. 6. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2006.

LEICESTER, H. M. *The Historical Background of Chemistry*. Nova York: Dover, 1971.

LEVINE, I. *Physical Chemistry*. 6. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2009.

. *Quantum Chemistry*. 6. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIDE, D. R. (Ed.) *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003.

MAHAN, B. H.; MYERS, R. J. *University Chemistry*. 4. ed. Menlo Park: Benjamin-Cummings, 1987.

MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N. *Chemistry*: Principles & Reactions. 4. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2001.

o de 1998.

MATTHEWS, P. *Advanced Chemistry*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 2 v.

eir

McMURRY, J. et al. *Fundamentals of General, Organic and*

Biological Chemistry. 5. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2007.

McNAUGHT, A. D.; WILKINSON, A. *Compendium of Chemical Terminology*: IUPAC

Recommendations. 2. ed. Oxford: Blackwell Science, 1997.

MILLER Jr., G. T. *Living in the Environment*: Principles, Connections, and Solutions. 14. ed.

Pacific Grove: Brooks/Cole, 2005.

MOELLER, T. et al. *Chemistry with Inorganic Qualitative Analysis*. 3. ed. New York: Harcourt Brace-Jovanovich, 1989.

MOORE, J. W. et al. *Chemistry*: The Molecular Science. 2. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2005.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. *Organic Chemistry*. 6. ed. Englewood Cliffs: Prentice-odução pr

-Hall, 1992.

Repr

MORTIMER, R. G. *Physical Chemistry*. 2. ed. Nova York: Harcourt Academic Press, 2000.

MUNDY, B. P. et al. *Organic and Biological Chemistry*. Orlando: Saunders, 1993.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 5. ed. Nova York: Freeman, 2008.

OLMSTED III, J.; WILLIAMS, G. M. *Chemistry*. 3. ed. Nova York: John Wiley, 2002.

PANICO, R. et al. *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds*. Recommendations 1993. Cambridge: Blackwell Science, 1993. (Correções publicadas em *Pure and Applied Chemistry*, v. 71, n. 7, p. 1.327-1.330, 1999.)

. *Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos*. Tradução portuguesa, nas variantes europeia e brasileira.

Tradução de José Augusto Rosário Rodrigues et al.

Lisboa: Lidel, 2002.

PARTINGTON, J. R. *A short history of Chemistry*. Nova York: Dover, 1989.

PAULING, L. *General Chemistry*. Nova York: Dover, 1970.

. *The Nature of Chemical Bonding*. 3. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1960.

PINE, S. H. et al. *Organic Chemistry*. 5. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1987.

POTAPOV, V.; TATARINCHIK, S. *Chimie Organique*. Moscou: Éditions Mir, 1981.

PURVES, W. K. et al. *Life*: The Science of Biology. 8. ed. Sunderland: Sinauer, 2008.

RAVEN, P. H.; BERG, L. R. *Environment*. 4. ed. Hoboken: John Wiley, 2004.

RAYNER-CANHAM, G.; OVERTON, T. *Descriptive Inorganic Chemistry*. 4. ed. Nova York: Freeman, 2006.

RONAN, C. A. *História Ilustrada da Ciência*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1987. 4 v.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. *The Age of the Molecule*. London: Royal Society of Chemistry, 1999.

SALZBERG, H. W. *From Caveman to Chemist*: Circumstances and Achievements. Washington: American Chemical Society, 1991.

SANTOS FILHO, P. F. *Estrutura Atômica & Ligação Química*. 2. ed. Campinas: publicação do autor (Instituto de Química da Unicamp), 2007.

SCHECHTER, H.; BERTULANI, C. A. *Introdução à Física Nuclear*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2007.

SELINGER, B. *Chemistry in the Marketplace*: A Consumer Guide. 5. ed. Sydney: Harcourt Brace, 1998.

SILBERBERG, M. S. *Chemistry*: the Molecular Nature of Matter and Change. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2009.

SMITH, M. B.; MARCH, J. *March's Advanced Organic Chemistry*. 6. ed. Hoboken: John Wiley, 2007.

SNYDER, C. H. *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*. 4. ed. Nova York: John o de 1998.eir

Wiley, 2003.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. *Organic Chemistry*. 9. ed. Hoboken: John Wiley, 2008.

SYKES, P. *A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry*. 6. ed. Nova York: Longman, 1995.

THOMAS, J. E. (Org.) *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for Scientists and Engineers*. 6. ed. Nova York: Freeman, 2008.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A. *Modern Physics*. 4. ed. Nova York: Freeman, 2003.

oibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fever

VOET et al. *Fundamentals of Biochemistry*. 3. ed. Hoboken: John Wiley, 2008.

odução pr

VOLLHARDT, K. P. et al. *Organic Chemistry*: Structure and Function. 5. ed. Nova York: Repr

Freeman, 2007.

WARREN, S. et al. *Organic Chemistry*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

WEEKS, M. E.; LEICESTER, H. M. *Discovery of the Elements*. 7. ed. Easton: Journal of Chemical Education, 1968.

WHITTEN, K. W. et al. *General Chemistry with Qualitative Analysis*. 7. ed. Belmont: Brooks/

Cole, 2004.

ZUMDAHL, S. S. *Chemical Principles*. 5. ed. Boston: Houghton Mifflin, 2005.

407

A

3

0

2

9

8

18 0

2

4,0

10

18

36

54

86

71

He

Ne 20,

Ar 39,

Kr 83,

Xe

Rn

Lu

Lr

131,

[222]

175,

103

[262]

hélio

neônio

gônio

ar

criptônio

xenônio

adônio

r

lutécio

laurêncio

□

r. 2010.

9

0

0

5

9

17 7A

9

F

17

35

53

85

70

19,

C 35,

Br

I

79,

At

126,

Yb

No

[210]

173,

102

[259]

flúor

cloro

bromo

iodo

astato

itérbio

nobélio

6

9

0

1

0

16

O

S

6A

8

16

34

52

84

69

16,

32,

Se 79,

Te

Po

127,

[209]

Tm 168,

101

Md [258]

oxigênio

enxofre

selênio

telúrio

polônio

túlio

mendelévio

Acesso em: 3 ma

8

0

3

0

0

9

15 5A

7

N

15

P

33

51

83

68

14,

31,

As 74,

Sb

Bi

Er

121,

209,

167,

100

Fm [257]

nitrogênio

fósforo

arsênio

antimônio

bismuto

érbio

férmio

ar em sua tabela periódica.

)

cas aqui apresentadas com um algarismo ssa do isótopo com maior tempo médio 0

7

2

9

1

6

14 4A

6

14

32

50

82

67

C

Si

12,

28,

Ge 72,

Sn 118,

Pb 207,

Ho

Es

164,

99

[252]

carbono

silício

germânio

estanho

humbo

c

hôlmio

einstênio

AC

antes de figur

8

0

8

4

5

7

C-REC-09-08-20.pdf>.

13

A

3A

5

B

13

31

49

81

66

10,

27,

Ga 69,

In

T

A

AC

114,

204,

Dy 162,

98

Cf [251]

boro

alumínio

gálio

índio

tálio

disprósio

califórnio

4

6

9

AC)

4

12 2B

30

Zn 65, 48

80

112

[277]

65

Cn

hetes o número de ma

zinco

cádmio

Cd

Hg

Tb

112,

Bk

200,

158,

97

[247]

cúrio

mer

copernício

térbio

quélio

ber

0

3

11 1B

29

96

Cu 63,5 47

79

111

64

Ag 107,9

Au

Rg

Gd

197,

[272]

157,

[247]

cobre

ata

pr

ouro

roentgênio

gadolínio

cúrio

Cm

7

4

0

0

10

28

11

95

Ni 58, 46

78

[271]

63

[243]

Pd

Pt

Ds

Eu

106,

195,1

152,

níquel

paládio

platina

darmstádtio

európio

amerício

Am

(acessado em 3/3/2010), onde atualizações são periodicamente disponibilizadas.

2

4

able

8B

27

58,9

45

77

62

94

Co

Rh

Ir

102,9

Mt

Sm

Pu

192,

109

[268]

150,

[244]

cobalto

ródio

irídio

meitnério

samário

plutônio

versão de 22 de junho de 2007, com as massas atômi ação, está indicado entre colc AC, porém ainda usada por alguns autores

2

89

8

26

Fe 55, 44

76

61

93

Ru

Os

Hs

101,1

190,

108

[277]

[145]

[237]

ferro

rutênio

ósmio

hássio

Pm

Np

promécio

netúnio

s/periodic_t

Aplicada),

rt

2

2

0

7 7B 25

el em: <http://media.iupac.org/publications/pac/asap/pdf/P

54,9

43

[98]

75

107

60

92

g/repo

manganês

Mn

Tc

Re

Bh

Nd

U

186,

[264]

144,

238,

tecnécio

rênio

bóhrio

neodímio

urânio

eis ou de longa dur

8

9

0

6

0

6B

24

Cr 52, 42

95,9

74

59

91

Mo

W

Sg

Pr

Pa

iupac.or

183,

106

[266]

140,

231,

crômio

molibdênio

tungstênio

gio

seabór

aseodímio

pr

protactínio

w.

está disponív

ww

AC

5

9

1

0

5B

23

V 50,9 41

Tabela periódica dos elementos (IUP

Nb 92,9 73

105

58

90

Ta

Db

Ce

Th

180,

[262]

140,

232,

anádio

v

nióbio

tântalo

dúbnio

cério

tório

r

4

2

5

9

4B

22

89

Ti

enientes de

47,9

40

91,

72

57

Hf

Rf

La

Ac

178,

104

[261]

138,

[227]

titânio

cônio

zir

háfnio

rutherfórdio

lantânio

actínio

ov

(União Internacional de Química Pura e

3 3B 21 Sc

YZ

AC

45,0

39

88,9

escândio

ítrio

57 - 71

89 - 103

elementos que não têm isótopos estávra

3

Pa

Numeração dos grupos de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUP

Numeração antiga dos grupos, NÃO recomendada pela IUP

2

6

2A

4

9,0

12

Be

24,3

20

berílio

magnésio

Mg

Ca 40,1 38 Sr 87, 56

88

Ba

Ra

137,

[226]

cálcio

estrôncio

bário

rádio

adilsON seccO

1

0

1A

1

3

H

Número atômico

Massa atômica

hidrogênio

lítio

sódio

potássio

rubídio

césio

frâncio

Nome

Símbolo

1,

Li 6,9 11 Na 23,0 19 K 39,1 37 Rb 85,5 55

87

Cs

Fr

132,9

[223]

Tabela periódica da IUP após a vírgula. de existência. Os dados são pr produção artificial de elementos acima do 112 já foi relatada por pesquisadores, mas aguarda o reconhecimento da IUP O reconhecimento do elemento 112 pela IUP